Geotekt. Forsch.	42	3—33	Stuttgart, Juli 1972

Erlangen 1972

Geologische Untersuchungen an der Ostflanke des südlichen Amanos-Gebirges zwischen Islahiye und Hassa (Südtürkei)

Von

Peter Janetzko

Erlangen

Mit Tafel 1—3 sowie 7 Abbildungen und 1 Tabelle im Text

Manuskript bei Prof. Lotze eingegangen im August 1972

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Geologischer und geographischer Überblick 4
2. Stratigraphie 4
2.1. Altpaläozoikum 4
2.1.1. Tesbi-Siltserie (Unterkambrium/?Präkambrium, cbs_1) 6
2.1.2. Kuscu-Quarzit (Unterkambrium, cbq_1) 6
2.1.3. Kayabasi-Kalk (Mittelkambrium/?Unterkambrium, cbk) 7
2.1.4. Tandir-Silt-Quarzit-Serie (Mittel- bis ?Oberkambrium, cbs_2) 8
2.1.5. Bezelik-Quarzit (?Oberkambrium, cbq_2) 9
2.1.6. Cruzianen-Schichten (Arenig, ou) 9
2.2. Mesozoikum und ?Jungpaläozoikum (Komprehensiv-Serie, M) 9
2.2.1. Ältere Komprehensiv-Serie (?Jungpaläozoikum, Trias, ?Jura, M_1) 12
2.2.2. Akcadag-Serie (Jura bis Unterkreide, M_A) 13
2.2.3. Jüngere Komprehensiv-Serie (Kreide, M_2) 14
2.2.4. Kiracbanisi-Serie (Obercampan bis Maastricht, M_K) 15
2.3. Quartär und sekundäre Bildungen 15
3. Eruptivgesteine 16
3.1. Grünsteine und mit ihnen zusammenhängende Erscheinungen (σ, σ_k) 16
3.2. Basalte (β) 18
4. Tektonik 19
4.1. Übersicht der tektonischen Ereignisse 19
4.2. Faltung und Schieferung 20
4.3. Bruchbildung 22
4.3.1. Quer- und Diagonalbrüche 22
4.3.2. Längsbrüche 25
4.4. Zur Zeitlichkeit der tektonischen Vorgänge 29
5. Zusammenfassung der Ergebnisse 29
Summary 30
6. Literaturverzeichnis 32

1. Geologischer und geographischer Überblick

Das Arbeitsgebiet liegt an der E-Flanke des südlichen Amanos etwa zwischen den Orten Islahiye und Hassa (s. Beil. zu S. 1). Es umfaßt die beiden Blätter der topographischen Karte der Türkei im Maßstab 1:25 000, Antakya 037 a1/a4, mit einer Fläche von ca. 300 qkm (28 km in N/S- und 11 km in E/W-Richtung). Fast diagonal durch das Gebiet verläuft der E-Rand des Amanos, dem als wichtiger Verkehrsweg die Straße Antakya—Maras folgt. Der Amanos besitzt bei einer teilweise erheblichen Reliefenergie Mittel- bis Hochgebirgscharakter. Im Arbeitsgebiet wird nahezu eine Höhe von 2000 m NN erreicht. Mitunter tiefeingeschnittene Täler öffnen sich nach der Ebene des Karasu (= Schwarzwasser), der als Vorfluter der vom Gebirge kommenden Bäche in Richtung Amik-See nach S fließt. Die Karasu-Ebene fällt im Arbeitsgebiet von N (bei ca. 500 m NN) nach S (bei ca. 350 m NN) um 150 m ab.

Die tektonische und stratigraphische Entwicklung des Arbeitsgebietes ist durch seine Lage im südlichen Amanos, der sich etwa zwischen der Paßstraße von Belen (Antakya—Iskenderun) im S und der Paßstraße von Hasanbeyli (Osmaniye—Fevzipasa) im N befindet, gekennzeichnet. Es liegt ein einfacher, großer, SE-vergenter Antiklinalbau vor (Südliche Amanosantiklinale). Die Schichtenfolge reicht vom Unterkambrium (?Präkambrium) bis in das Unterordovizium und setzt sich nach einer größeren, scheinbar generell im südlichen Amanos bestehenden Lücke im Paläozoikum vom tieferen Mesozoikum (?Jungpaläozoikum) bis in die Obere Kreide (? mit Sedimentationspausen) fort.

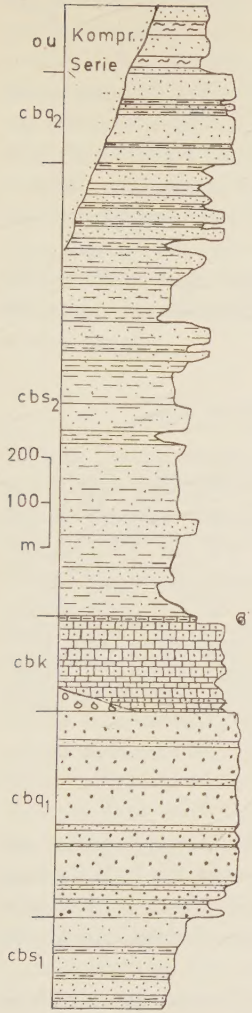
2. Stratigraphie

2.1. Altpaläozoikum

Hierzu gehören im Arbeitsgebiet die Schichten vom Unterkambrium bis zum Unteren Ordovizium (Abb. 1). Die unter 2.1.1. beschriebene Siltserie gehört vielleicht schon in das Präkambrium. Oberes Ordovizium und Silur sind entweder nicht abgelagert oder vor der Sedimentation jüngerer Formationen abgetragen worden. Dies scheint nach Untersuchungen von T. E. Brown (1959) und Dean & Krummenacher (1961) mehr oder weniger für den ganzen südlichen Amanos zuzutreffen, wenn auch die geologische Karte von Dubertret (1953) hier noch Silur und Devon zeigt.

Falls Oberes Ordovizium und Silur im südlichen Amanos nicht abgelagert wurden, wenn also der südliche Amanos schon am Ende des Kambrium Schwellenbereich war, müßten sowohl Oberordovizium als auch Silur von N nach S in eine Randfazies übergehen und allmählich auskeilen. Nach Brown (1959) und Bryant (1960) wurde ein sedimentationsbedingtes Auskeilen jedoch nicht beobachtet. Während allerdings bei Brown das Altpaläozoikum mit der 500 m mächtigen, oberkambrischen „Kölemez-Formation" abschließt, folgen nach Dean & Krummenacher (1961, S. 75, Abb. 3) etwa 250 m über dem fossilführenden Horizont, in dem die mittelkambrischen Trilobiten gefunden wurden, noch ordo-

UNIV. LEIDEN BIBL.



Cruzianen-Schichten
(Arenig)

Bezelik-Quarzit

(? Oberkambrium)

Tandir-Silt-Quarzit-Serie

(Mittel- bis ? Oberkambrium)

Fossilhorizont

Kayabasi-Kalk

(Mittelkambrium/? Unterkambrium)

Kuscu-Quarzit

(Unterkambrium)

Tesbi-Siltserie

(Unterkambrium/? Präkambrium)

Abb. 1. Schemaprofil im Altpaläozoikum.

vizische Schichten („Formation E", 85 m bei Dörtyol). Diese bestehen aus massiven, hellen, grobkörnigen bis konglomeratischen, quarzitischen Sandsteinen und grünen, sandigen, glimmerigen Tonschiefern mit grünen bis braunen, quarzitischen Sandsteineinschaltungen zum Hangenden. Sie schließen mit sandigen Tonschiefern von charakteristischer dunkelrosa Farbe ab. Ihnen stehen über 1000 m Ordovizium und ?Silur im nördlichen Amanos gegenüber.

Eine andere Erklärung für das Fehlen oder nahezu vollständige Auskeilen der Schichten vor dem Devon wäre deren Erosion als Folge epirogener oder orogener

Bewegungen. Derartige Bewegungen sollen nach BROWN (1959) und BRYANT (1960) am Ende des Devon stattgefunden haben. Die Heraushebung soll am stärksten zwischen Hassa und Dörtyol gewesen sein. Das Devon geht nach S aus einer fossilführenden kalkigen Fazies scheinbar in eine sandige Randfazies über (nach mdl. Mittlg. meiner Blattnachbarn im N). Die Aufstiegsbewegungen wären demnach mit der Transgression des Devon (KRUMMENACHER 1961; Mitteldevon-Transgression nach H. FLÜGEL 1964) abgeschlossen gewesen. Nach H. FLÜGEL deutet der Faziesumschlag an der Grenze Silur/Devon in Vorderasien (Beginn eines devonisch-karbonischen Ablagerungszyklus) auf mehr oder minder kräftige epirogene Bewegungen hin.

Eine wenige dm mächtige, 1—2 m kaum überschreitende Kalksandsteinfolge an der Basis der jungpaläozoischen bis mesozoischen Komprehensiv-Serie im Arbeitsgebiet könnte noch dem Devon angehören.

2.1.1. Tesbi-Siltserie (Unterkambrium/?Präkambrium, cbs_1)

Südlich Tesbi kommen im Kern der „Südlichen Amanosantiklinale" schwach metamorphe, gut geschichtete quarzitische Siltsteine, sehr feinkörnige quarzitische Sandsteine und Tonschiefer grünlicher und rost- bis gelbbrauner Färbung gerade noch zum Vorschein. Diese Serie ist ähnlich ausgebildet wie die Silt-Quarzit-Serie von Tandir (cbs_2, vgl. Kap. 2.1.4.). Lebensspuren konnten darin nicht nachgewiesen werden. Das Alter dieser Serie kann deshalb nur aus dem stratigraphischen Verband heraus und nach Profilvergleichen geschätzt werden. Nach einer *Cruziana*-Bestimmung von SEILACHER, westlich Hassa, könnte es sich um Unterkambrium, nach Literaturangaben (KRUMMENACHER 1961 und G. C. SCHMIDT 1962) um Präkambrium handeln.

2.1.2. Kuscu-Quarzit (Unterkambrium, cbq_1)

Typlokalität für diese Abteilung des Kambriums ist der Kuscu Dag, der sich ca. 8 km nordwestlich Hassa befindet. Dort wurde von Geologen der Explorationsabteilung der American Overseas Petroleum Lim. 1959 die Kuscu-section (eine 441 m mächtige, eintönige Folge von Quarzitsandsteinen, deren Korngröße variiert) aufgenommen.

Es handelt sich um Sandsteine, deren Bindemittel vorwiegend quarzitisch ist (quartz sandstone, orthoquarzite), deren Quarzkörper später zum Teil randlich aufgelöst wurden und sich zu einem feinkörnigen, dicht erscheinenden Gefüge verzahnten. Das Gestein ist i. allg. mittel- bis grobkörnig, z. T. grobkiesig-konglomeratisch mit Quarzgeröllen bis zu 6 cm Durchmesser und mit kantigen Silt- und Tonsteinbrocken. Es zeigt überwiegend schwach rötliche Färbung. Die Bankung ist mäßig gut. Die Quarzgerölle sind teils klar, teils milchig trüb und haben manchmal einen kreisförmigen, manchmal einen flachelliptischen Querschnitt und deutliche Luv- und Leeseite. Dazwischen sind feinkörnige, meist helle Arkosesandsteine mit deutlicher Schrägschichtung (kenntlich an dunklen Streifen sehr feiner Körnung) eingeschaltet. Sie werden von dem gröberen Material gekappt. Gele-

gentlich findet man feinsandige bis siltige, schiefrige, rote bis violette Einschaltungen mit glimmerigen Schichtflächen und roten Tonhäutchen. Sie scheinen auf größere Strecken durchzuhalten.

Die Gesteinsserie wird mehrere 100 m mächtig (am Cataloluk Tepe, Tepe = Berg, 400—500 m). Sie ist sehr hart, bildet die Bergrücken und Gipfel und ist von fern an einem grüngelben Überzug von Schwefelalgen kenntlich. Der Kontakt zum Hangenden ist konkordant, aber manchmal tektonisch gestört.

Das Alter dieser Serie kann nach dem stratigraphischen Verband und regionalem Vergleich infolge des Fehlens von Fossilien nur geschätzt werden. Nach Literaturangaben (Blanckenhorn 1910, Türkünal 1950, Bryant 1960, Krummenacher 1961, G. C. Schmidt 1962, H. Flügel 1964 und Wolfart 1967 a) scheint diese klastische Gesteinsserie weit verbreitet zu sein und wird in das Unterkambrium gestellt.

2.1.3. Kayabasi-Kalk (Mittelkambrium/?Unterkambrium, cbk)

Westlich des Delicay Dere (Dere = Tal), bei den Orten Kayabasi und Hasanlük, befinden sich im Hangenden des Kuscu-Quarzits dunkelgraue bis schwarz erscheinende, gut gebankte Kalke. In einer Horstscholle kommen sie auch bei Tandir heraus.

Bei näherer Untersuchung erweist sich das Kalkvorkommen als differenzierter. Man kann fünf verschiedene Fazies unterscheiden: Bei Kayabasi stehen schwarze, kristalline Kalke mit Kieseleinlagerungen an. Dazwischen sind einzelne helle, dichte Kalkbänke eingeschaltet. Die Kristallinität des Kalkes wurde durch eine starke Rekristallisation hervorgerufen. Ursprünglich mag es sich um einen unreinen dolomitischen, hellen Kalk gehandelt haben, wie er in einzelnen, von der Rekristallisation nicht betroffenen Bänken im Kösele Dere, bei Kayabasi und am Karatas Tepe weit häufiger zu sehen ist. Die kieseligen Einlagerungen sind knollen- und bänderartig. Über diesen kristallinen Kalken folgen rote und gelbe, reine Kalkschiefer, die zum Hangenden in siltführende Kalkschiefer und schließlich in Silte mit karbonatischem Zement übergehen. Der Übergang ist unmittelbar südlich Kayabasi, oberhalb der Straße nach Hasanlük gut zu sehen.

Am Karatas Tepe (Karatas = schwarzer Stein) zwischen Kayabasi und Hasanlük kann man den Übergang der schwarzen, kristallinen, kieselführenden Kalke in helle, dichte, kieselführende Kalke beobachten. Außerdem befinden sich hier im Liegenden der dunklen oder hellen, kristallinen oder dichten, kieselführenden Kalke graue, unreine oolithische Kalke mit Flaserschichtung und dolomitische Kalke, die in der Nähe der Quarzite in Kalksandsteine übergehen. Die dolomitischen Kalke führen Steinsalzpseudomorphosen.

Am Kavaklik Sirt (Sirt = Rücken) westlich Hasanlük findet man als fünfte Faziesvariante der kambrischen Kalke graue, siltige, leicht metamorphe Kalkschiefer. Sie dürften stratigraphisch etwa den oolithischen und dolomitischen Kalken am Karatas Tepe entsprechen. Insgesamt werden die kambrischen Kalke im Arbeitsgebiet 150—200 m mächtig.

Bei Kötü baglar, südwestlich Hasanlük, sind in den roten und gelben Kalkschiefern, die zum Hangenden in Silte (cbs_2) übergehen, Fossilbruchstücke nachgewiesen worden. Es handelt sich um Orthida sensu stricto, die als Ordnung zu der Klasse der articulaten Brachiopoden gehören und schon im Unterkambrium auftreten, ihren Höhepunkt aber im Mittelkambrium haben. Außerdem wurden stark umkristallisierte Echinodermenfragmente gefunden (z. T. starke Anhäufung zertrümmerter Organismenhartteile, Bruchschill). Offenbar hat auch eine Verdrängung des kalkigen Materials durch Quarz stattgefunden. In faziell entsprechenden schiefrigen Kalken und kalkigen Schiefern fand KRUMMENACHER (1961) bei Araplisagi, ca. 5 km südwestlich Hassa, 5 m über der Basis seiner „Formation D" mittelkambrische Trilobiten, welche DEAN (1961) als *Pardailhania* cf. *barthouxi* (MANSUY) zu der Subfamilie der Solenopleuropsinae und der Familie der Solenopleuridae stellte (Mittelkambrium).

Die Entwicklung der Kalke und Dolomite (Ooide, Steinsalzpseudomorphosen, Verunreinigungen, Einschaltungen klastischen Materials, Schill) spricht wahrscheinlich für eine küstennahe Ablagerung.

2.1.4. Tandir-Silt-Quarzit-Serie (Mittel- bis ?Oberkambrium, cbs_2)

Diese Serie dürfte der „Kölemez-Formation" (BROWN 1959) am Kölemez Dag, ca. 3 km nordwestlich Hassa, bzw. der „Sosink-Formation" (BRYANT 1960) im nördlichen Amanos entsprechen. Die Serie weist einen steten Wechsel von siltigem bis feinsandigem Material, Quarziten und untergeordnet Tonschiefern auf. Zum Hangenden wird die Serie zunehmend quarzitisch und geht schließlich in reine Quarzite über.

Das Bindemittel des siltigen und feinsandigen Materials ist quarzitisch und limonitisch, im Übergang zum liegenden Kayabasi-Kalk karbonatisch. Die einzelnen Körner (überwiegend Quarz) sind gut gerundet und sortiert. Sowohl das siltig-feinsandige Material als auch die Tonschiefereinschaltungen sind stark pyritführend. Durch die Verwitterung von Pyrit wurde das primär grünlichgraue Sediment rostbraun gefärbt. In den Tonschiefern sind bei der Umwandlung des Pyrits blasige limonitische Konkretionen entstanden. Das siltige Material läßt eine schwache Metamorphose erkennen (Serizitneubildung // ss, schwache Phyllitisierung).

Neben der guten Sortierung sprechen Schrägschichtung, vereinzelt gefundene Oszillationsrippeln sowie die vertikalen Wohnbauten für eine küstennahe Sedimentation (nach BRYANT 1960: Typ einer Deltaablagerung).

Charakteristisch für die hangenden Partien der Silt-Quarzit-Serie sind die ± senkrecht zur Schichtung verlaufenden, mit etwas hellerem Material verfüllten Röhren in gut sortiertem siltigen Material und die wulstigen Bankoberflächen. Beide Kennzeichen sind in den Silten im westlichen Gürgürün Dere (NW-Ecke des Arbeitsgebietes) und im Havuz Dere (S-Rand der nördlichen Karte) reichlich zu finden. Während im NW massive Quarzite (cbq_2) und höheres Paläozoikum über den stark durchwühlten Silten liegen, folgt im Havuz Dere die Komprehensiv-Serie darüber. Von SEILACHER (1963) wurden solche Röhren als Wohn-

schächte von Würmern gedeutet. Im Gegensatz zu den Freßbauten (horizontal) sind die Wohnschächte vertikal angelegt.

Die Silt-Quarzit-Serie wird bei Tandir über 1000 m mächtig. Die „Sosink-Formation" im nördlichen Amanos erreicht ca. 1200 m, die „Kölemez-Formation" im südlichen Amanos 500 m, und die „Formation D" KRUMMENACHERS bei Saylak (Mittel- und Oberkambrium) wird nur 250 m mächtig (vgl. Kap. 2.1.).

2.1.5. Bezelik-Quarzit (?Oberkambrium, cbq_2)

Am Bezelik Sirt und Daz Tepe folgen über den dunkelgrünen bis olivgrünen und rostbraunen Silten und Quarziten der Tandir-Serie weiße, hellrote und rotviolette Quarzite, die als Härtling die Fortsetzung des Bergrückens des Cataloluk Tepe (cbq_1) nach N bilden. Dieselben Quarzite stehen auch nordwestlich Köklü an. Im Ercek Dere bilden blaugraue und hellgraue Quarzite das Liegende der Komprehensiv-Serie.

Das Gestein ist stellenweise auch von etwa bleistiftstarken Röhren, die vertikal und parallel zueinander verlaufen, durchsetzt (Scolithusfazies). Nach SEILACHER (1963) entspricht diese Biofazies dem „Auftauchbereich" einer litoral-kontinentalen Umgebung. Die Quarzite sind im allgemeinen sehr feinkörnig. Sie können ca. 200 m mächtig werden.

2.1.6. Cruzianen-Schichten (Arenig, ou)

Es handelt sich um grünlichgraue bis dunkelgraue, quarzitisch gebundene Silte und Sande, die Grabspuren von Trilobiten (= Cruzianen) enthalten und die nur in der NW-Ecke des Arbeitsgebietes zu finden sind.

2.2. Mesozoikum und ? Jungpaläozoikum

(Komprehensiv-Serie, M)

Eine 1500 m kaum übertreffende Kalk-Komprehensiv-Serie, die mit Unterbrechungen vom Jungpaläozoikum bzw. Mesozoikum bis in die Obere Kreide reicht (s. Tab. 1), liegt ohne merkliche Winkeldiskordanz über mittel- bis oberkambrischen Schichten im Arbeitsgebiet. DUBERTRET (1953), der eine Transgression der Mittleren Kreide („cretace moyen") über Devon im Amanos annahm, spricht von einer „très légère discordance".

Die Bezeichnung „serie compréhensive" (= Komprehensiv-Serie) geht auf BLUMENTHAL (1941, s. BREMER 1964) zurück. Es handelt sich um eine eintönige Kalkfolge, die dem Anschein nach nur in der Farbe, der Bankung und den Verwitterungsformen der Kalke variiert. Fossilien kommen darin selten bzw. nur in sehr schlechter Erhaltung vor. Somit ist eine faziell-stratigraphische Gliederung nur schwer durchführbar, und es sind dazu noch eingehendere mikropaläontologische und petrographische Untersuchungen nötig.

Die Kalke der Komprehensiv-Serie sind nach der Faltung und Hebung des Amanos in dessen Zentrum abgetragen worden. Sie zeigen keine Randfazies an

Abteilungen, Stufen	Arbeitsgebiet	Petroldistr. VI/VII nach BROWN, BRYANT, SCHMIDT	Amanoskartierung nach STCHEPINSKY u.a.	NW-Syrien, Kurd-Dagh nach KRENKEL	Cypern nach RENZ & REICHEL und F. SCHMIDT	SW-Taurus nach GRACIANSKY & LEMOINE u.a.	Ala Dagh /Bolkar Dagh FRECH, METZ	Munzur Dag Östl. Euphrat NEBERT/ KURTMAN	Grenzgebiet Türkei/Syrien TASMAN/WEBER	Hakkari/ Baskale nach TÜRKÜNAL
Maastricht	Globotruncanen-/Orbitoiden-kalk mit Ophiolithgeröllen	Sulemandede-/Besni-Form. Terbuzek-Konglomerat,	Riffkalk, Flysch, Ophiolith	Foraminiferen-/Trümmerkalke	Lapithos-beds Orbitoides-kalk ?Ophiolith	Foraminiferenkalk	Inoceramen- und Austernkalk	Mergel-Sand-Kalk-Wechsellagerung, Ophiolith	Germav-Form. Ophiolith-Olistostrome /Riffkalk	Radiolarit Granit Ophiolith
Campan	Ophiolith	Ophiolith	Inoceramenkalk	Mergelkalk		Detrituskalk, Schiefer-Radiolarit-Formation	Pläner, Mergel, Rudistenkalk		Kastel-Form. (flyschartig) Ophiolith, Kieselkalk	
Altsenon	Kalk der Grabenrandzone	Tomakli-Formation (500 m)	Austernkalk	Silexkalk Bankkalk, Dolomit,	Rudistenkalk	Riffkalk	Silexkalk	Massenkalk		Cilo-Daghkalk
Turon						Calpionellenkalk	Sandstein und Basalkonglomerat			
Cenoman	"Gelbkalk"			Orbitolinenkalk	Cladocoropsis-/Ellipsactinienkalk			Riffkalk Orbitolinen-Plattenkalk	Mardin-Form. Mardin-Schwelle	neritisch-litoraler Kalk
Alb	Bauxithorizont			"gres de base"		Radiolarienkalk				
Unterkreide	Seeigel im Gebiet ISHMAWI u. LAHNER, Calpionellenkalk	Cherrife-Formation		Regression Litoralfazies	?Hilaionkalk					
Tithon	Pseudocyclamenkalk					Pseudocyclaminenkalk			Lücke	Stinkkalk
Kimmeridge										
Oxford					Perapedhi-Fm. (Ton-Radiolarit)	Palaeodasycladenkalk				
Mitteljura	Kalk vom Akcadag				Mamoia-Fm. (Seichtwasserfazies)				Karbonat-Sulfat-Serie (1200 m) /Avil-Form. (Evaporite) Tanin-Tanin-Formation (Halobienkalk)	
Unterjura		Mulussa-Group (1533 m) /Komprehensivserie (ca. 1200 m)		Halobien-/Daonellenkalk				Bankkalk		
Rät	Kalk bei Yeniyapan u. Kayabasi				Diploporenkalk		Megalodonkalk			Serie marneuse
Nor			Naticopsiskalk	Bohrung Baflioun (Kalk, Mergel, Dolomit, Anhydrit)						
Karn										
Mitteltrias										
Untertrias										
Oberperm									Goyan-Form.	Miliolidenkalk
Mittel perm	Kalk westl. Hassa ?	Andildag-Limestone (750 m)			Foraminiferenkalk der Nordküste	Schwagerinen-Fusulinenkalk	Algen- und Foraminiferenkalk			
Unterperm			Permokarbonserie					metamorphes Permokarbon	Harbol-Form.	
Oberkarbon	Fusulinenkalk im Gebiet LAHNER						Lücke			
						Kohlenkalk ?	Kohlenkalk			
Unterkarbon	Kalksandstein im Gebiet ISHMAWI	dunkelgrauer Kalk								Bryozoen- und Productidenkalk
Devon										

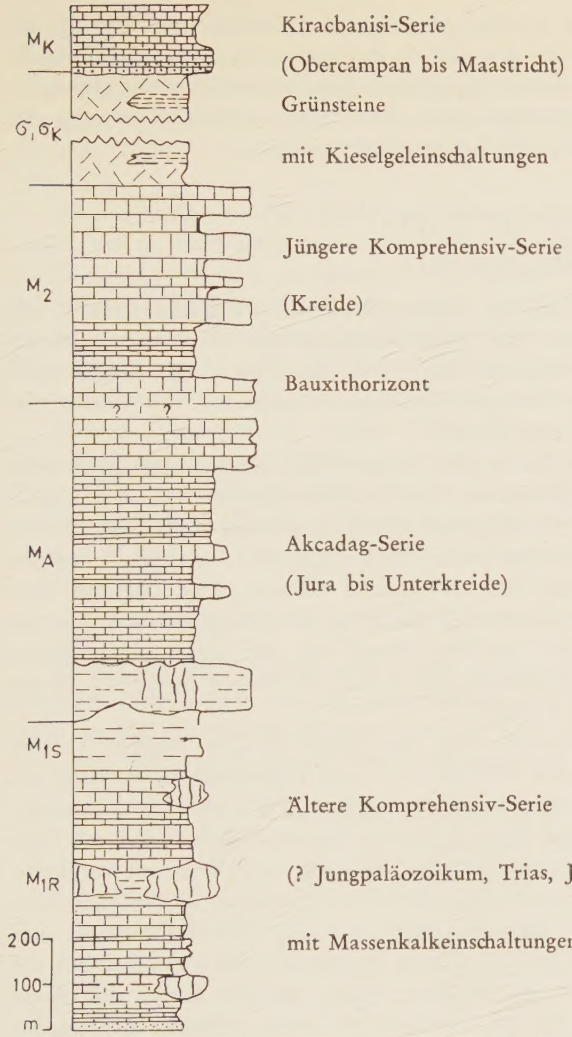


Abb. 2. Schemaprofil im Mesozoikum und ?Jungpaläozoikum (Komprehensiv-Serie, M).

den Flanken des Amanos. Im Arbeitsgebiet konnten dank der Fossilbestimmungen durch Herrn Dr. J. T. Groiss (Erlangen) und durch die Mikropaläontologische Abteilung des M.T.A.-Institutes (Ankara), ferner durch eine lithologische Gliederung vier Komplexe innerhalb der Komprehensiv-Serie unterschieden werden (vgl. Abb. 2): 1. Die dunkelgrauen Bank-, Platten- und Schieferkalke mit massigen Einschaltungen, die vorwiegend der Trias angehören dürften (typisch bei Kayabasi und Hasanlük); 2. Die Serie hellgrauer, plattiger und massiger Kalke,

Tab. 1. Die Komprehensiv-Serie in der Außenzone des Taurus (etwa Iraniden und Irakiden nach Blumenthal 1946).

die hauptsächlich in den Jura und die Unterkreide zu stellen sind (typisch am Akcadag); 3. Die hellen Kalke der Kreide (besonders Oberkreide) mit Gelbkalkhorizont und Bauxitvorkommen (typisch zwischen Degirmencik und Haltanli); 4. Die gut gebankten bis plattigen Kalke mit Grünsteingeröllen, die in der Graben-Randzone nördlich und südlich Kiracbanisi anstehen.

2.2.1. Ältere Komprehensiv-Serie
(?Jungpaläozoikum, Trias, Jura, M_1)

Eine Folge von grauen unreinen Bank-, Platten- und Schieferkalken mit Massenkalk-Einschaltungen über dem Altpaläozoikum und unter den helleren, meist massiveren Kalken der Akcadag-Serie bzw. den Kalken der Kreide wird zusammenfassend als „Ältere Komprehensiv-Serie" behandelt. Es dürfte sich vermutlich hauptsächlich um Trias handeln.

Bei Hasanlük und Tandir findet man an der Basis der Komprehensiv-Serie einen schwachen Aufarbeitungshorizont bzw. Kalksandsteine (vgl. Kap. 2.1.). In den Kalken erkennt man makroskopisch Siltsteinbröckchen und kleine Quarzgerölle. Im Dünnschliff fallen außerdem SiO_2-Aggregate mit einer zelligen Struktur auf, die stark an eine Holzverkieselung erinnert. Das mögliche Vorkommen von Kieselholz sowie die rote Färbung der Quarzitschiefer an der Obergrenze der altpaläozoischen Schichten deuten auf eine alte Landoberfläche vor der Transgression der Komprehensiv-Serie hin. Oft folgen direkt auf diesen Aufarbeitungshorizont massige Kalke.

Im Ercek Dere, bei Yeniyapan, sind die Kalke in den unteren Partien mittel- bis hellgrau, gebankt und besitzen z. T. eine zuckerkörnige Struktur. Es handelt sich um einen mikritisch-sparitischen Laminit (Dünnschliffuntersuchung). Das Gestein ist dolomitisch und führt Anhydrit. Es ist deshalb wohl mit dem triassischen Karbonatgestein aus der Bohrung Baflioun in NW-Syrien vergleichbar. Bei frischem Bruch geht von dem Gestein ein starker H_2S-Geruch aus. Dieselbe Eigenschaft beschreibt Brown (1959) von den dunkelgraublauen und schwarzen ?permischen Kalken westlich Hassa. Es handelt sich wahrscheinlich um ein Lagunen-/Wattsediment. Im Havuz Dere zeigen dieselben Kalke eine Farbbänderung. Zum Hangenden ist ein Übergang in kaum gebankte bis massige Kalke zu beobachten. Die Mächtigkeit der massigen Kalke ist verschieden.

Etwa in Vertretung der massigen Kalke bzw. zwischen diese eingeschaltet stehen südlich Yeniyapan dunkelgraue bis schwarze, hellbraun verwitternde, mikritische bis mikrokristalline Kalke mit muscheligem Bruch an (Dünnschliffuntersuchung). Sie könnten in tieferem Wasser entstanden sein. Es sind winzige, nicht näher bestimmbare Muscheln enthalten. Nach Foraminiferen der Gattung *Duostomina* sp. handelt es sich um Trias, wahrscheinlich um Obertrias.

Die bankigen, plattigen und schiefrigen Kalke östlich Kayabasi und Hasanlük (300—500 m mächtig) scheinen in einem flachen Meer abgelagert worden zu sein. Zahlreiche in der Schichtung verlaufende Spuren (möglicherweise Grabspuren von Würmern) deuten auf eine starke Durchwühlung des Sediments. Zum

Hangenden sind zwischen die gebankte Fazies immer wieder massige Körper eingeschaltet (Ziyaretlikaya Tepe, Dedeburun Tepe, M_{1R} auf der geologischen Karte). Auf der Linie Nuhusagi-Göldagi-Ercek Dere-Büyükyalak Tepe-Hasanlük-Almiskayasi Tepe-Kale Tepe (= Burgberg)-Ada Tepe (= Inselberg)-Sirtlan Tepe (Profile, Tafel 3) sind Massenkalkvorkommen im Streichen der Schichten angeordnet.

Über den Massenkalken findet man einen Aufarbeitungshorizont. Im Anschliff zeigen sich in einer hellgrauen dolomitischen Matrix etwas dunklere, mehrere mm große Kalkbruchstücke. Aufgrund der klastischen Einschaltungen in einer mikrokristallinen (spätigen) Matrix sowie der groben Korngröße der Einzelkomponenten läßt sich das Gestein als Intrasparudit ansprechen (vgl. Folk 1959). Im Dünnschliff wurde außerdem Quarz gefunden, der möglicherweise auf kieselige Organismen aus der Riff-Fazies zurückzuführen ist.

Südlich Tembelgedigi, östlich Ziyaretlikaya Tepe, westlich Kurudag, im Zinzifil Dere, zwischen Körhidran Pinar und Davudun Dere und im Tasdiran Dere steht ein hell- bis dunkelgrauer dolomitischer Kalk mit stark sandigem Abrieb und ohne erkennbare Bankung an (M_{1S}). Bei frischem Anschlag geht ein starker H_2S-Geruch von dem Gestein aus (Stinkkalk).

2.2.2. Akcadag-Serie (Jura bis Unterkreide, M_A)

Es handelt sich um hellangewitterte, massige und gebankte Kalke, die einigen wenigen Fossilfunden zufolge hauptsächlich in den Jura und die Unterkreide gehören dürften. Am besten kann man die Kalke an der W-Flanke des Akcadag studieren, wo etwa folgendes Profil aufgenommen wurde:

Hangendes:	undeutlich gebankter Kalk
150 m:	gut gebankter Kalk
ca. 30 m:	undeutlich gebankter Kalk
ca. 50 m:	Plattenkalk, tonig
25 m:	gebankter Kalk
100—150 m:	Plattenkalk, tonig
Liegendes:	massiger Kalk

In dem unteren Plattenkalk-Horizont wurde ?*Ogmoconcha* sp. (ein Ostracode der Ordnung Podocopida, Vorkommen im Lias) gefunden. Gesichert ist das Vorkommen von Foraminiferen der Gattung *Pseudocyclammina*. Im Terpus Dere (südwestlich des Akcadag) und östlich Idilli wurde *Pseudocyclammina* cf. *jaccardi* (Schrodt) in mergeligem Kalk gefunden (M.T.A.-Bestimmung: Sequanien-Kimmeridgien = Oberjura). Die gleiche Art wurde im Kimmeridge des Libanon gefunden (vgl. Wolfart 1967a). Nach Graciansky u. a. kommt die Gattung *Pseudocyclammina* bei Fethiye (SW-Taurus) schon im Mitteljura vor. Der Obere Jura scheint im Arbeitsgebiet recht verbreitet zu sein. Pseudocyclamminen wurden auch in gelbbraun gefärbten, schillführenden Kalken an der NE-Flanke des Kuscudag Tepe, östlich Dolan, gefunden. Nach Blanckenhorn (1914) bestand während des

Sequanien-Kimmeridgien ein ausgedehnter Meeresraum, der sogar eine Verbindung nach Zentraleuropa hatte.

An der E-Flanke des Akcadag bei Cat gedigi deutet das gemeinschaftliche Vorkommen von fraglichen Globigerinellen und Pithonellen sowie *Globigerina* sp. auf Oberjura oder Unterkreide (M.T.A.-Bestimmung). Am Kücükakcadag wurden etwa im gleichen Niveau ?Calpionellen gefunden. Calpionellenkalke wurden von Durand-Delga & Gutnic (1966) im Taurus in das Neocom (Berriasien) gestellt. Außerdem stammen ein fraglicher Pectinide und ??Gryphaen vom Kücükakcadag. Die Kalke im Delicay Dere, an dessen N-Seite (Terpus Tepe) die Einschaltung massiger Kalke beobachtet wurde, könnten der gleichen Serie angehören.

2.2.3. Jüngere Komprehensiv-Serie (Kreide, M_2)

Hierzu gehören dunkelgraue, auf verwitterter Oberfläche weiße Kalke mit typischen Karsterscheinungen (Dolinen und Karren, bestehend aus rillenförmigen Furchen und Löchern, wohl mit der starken Klüftung der Kalke zusammenhängend) und einem Bauxithorizont an der Basis.

Wesentlich für die stratigraphische Stellung der Jüngeren Komprehensiv-Serie dürfte ein Bauxithorizont sein, der sich nach Wippern (1962) im Amanos an der Wende Unterkreide/Oberkreide befinden sollte. Aus den Mergelkalken („Gelbkalk") über dem Bauxithorizont östlich Körhidransivrisi Tepe wurde *Ceratostreon (Exogyra) flabellatum* (Goldfuss) bestimmt, eine Auster, die wahrscheinlich in die Mittlere Kreide gehört (?Cenoman).

Mit den weißen Kalken im Liegenden und im Hangenden des Bauxithorizonts wird die Jüngere Komprehensiv-Serie über 300 m mächtig. Bryant (1960) gibt für die Mittel- und Oberkreide 300 m an. Eine ähnliche Mächtigkeit für diese Gesteinsserie ergibt sich bei Kaplanbanisi (ca. 75 m Hangendkalk, 90—100 m Gelbkalk mit Einschaltung massiver Kalke, ca. 100 m Liegendkalk). Die Mächtigkeit faziell gleicher Kalke, die jedoch mangels Fossilien nicht näher stratigraphisch einzuordnen sind, beträgt am Karaöce Tepe nördlich Hassa nahezu 500 m.

Aus den Hangendkalken der Grabenrandzone zwischen Degirmencik Dere im N und Haltanli im S bestimmte das M.T.A.-Institut *Globotruncana globigerinoides* Brotzen, *Stomiosphaera* sp., *Globigerina* sp. und *Grümbelina* sp., wonach Altensenon vorliegt. Bei Kostünün cami (ca. 1,5 km nördlich Agabeybanisi) wurden in einem stark eisenschüssigen, kristallinen Kalk Interambulacral-Plättchen von ?*Toxaster* (Ordnung Spatangoida, Valendis-Senon) gefunden. Eine ähnliche stratigraphische Stellung dürften wahrscheinlich aufgrund ihrer Lagerungsbeziehung zu dem erwähnten Bauxithorizont die Kalke zwischen Delicay Dere und Dolan Dere, am Kurtyusuf Tepe, am Catal Tepe und am Demirocagi Tepe haben. In der in Einzelschollen zefallenden Grabenzone zwischen Sulumagara und Alagözbanisi (vgl. Kap. 4.3.2.) könnte Oberjura oder Unterkreide herauskommen. Am Damdüsen Tepe nördlich Ortabanisi wurde in Mergeln ein fraglicher *Pygaster* (regulärer Seeigel der Ordnung Holectypoida) gefunden.

Die oberflächlich weißen Kalke sind im frischen Zustand dunkelgrau bis

schwarz gefärbt. Auf frischer Bruchfläche geht von ihnen ein schwach bituminöser Geruch aus. Der leichte Bitumengehalt ist wahrscheinlich für die dunkle Färbung verantwortlich. In dieser Fazies wurden keine Makrofossilien gefunden. Die schillführenden, mergeligen Kalke und Mergelzwischenlagen mit Austern deuten auf flaches Wasser.

2.2.4. Kiracbanisi-Serie (Obercampan bis Maastricht, M_K)

Gut gebankte bis plattige Kalke dieser Serie stehen in der Grabenrandzone bei Kiracbanisi und Tiyekmagara an (südliches Blatt-Antakya 037 a 4). Die Kalke befinden sich im Hangenden der Grünsteine, da sie Gerölle derselben führen.

Die detritischen Kalke erweisen sich im Dünnschliff als Biosparite. Sie bestehen oft gänzlich aus Foraminiferen-Gehäusen. Aufgrund des dichten Gefüges kann man den Begriff „packed" (vgl. Folk 1959) für diese Kalke anwenden.

Proben aus dem Sariincir Dere südwestlich Tiyekmagara enthielten *Globotruncana contusa* (Cushman), *Globotruncana calcarata* Cushman, *Globigerina* sp. und *Gümbelina* sp. Diese Fauna gehört in das Obercampan bis Maastricht.

Ca. 1 km nördlich dieser Fundstelle wurden am Camliburun Tepe *Orbitoides media* (D'Archiac), *Orbitoides* aff. *apiculata* (Schlumberger), *Orbitoides apiculata plana* Köhler, *Pseudosiderolites* aff. *vidali* (Douville), *Pseudosiderolites* sp. und *Amphistegina* sp. gefunden.

In einem Dünnschliff von den geröllführenden Kalken am Camliburun Tepe finden sich neben Foraminiferen des Maastricht und Grünsteinbröckchen auch Echinodermenfragmente und die Foraminiferengattung *Anchispirocyclina*, die auf Oberjura deutet. Nach der Intrusion der Grünsteine muß demnach eine Schichtverstellung erfolgt sein, so daß das Maastricht sowohl über den Oberjura als auch über die Kreide und die Grünsteine transgredierte.

Der sparitische Charakter des Gesteins deutet in Verbindung mit Wellenrippeln auf Sedimentation in bewegtem Wasser (Strandbereich). Es wurde auch eine starke Verbiegung des internen Sedimentgefüges bobachtet, die wahrscheinlich auf subaquatische Rutschung zurückzuführen ist.

Am Terpus Tepe nördlich des Delicay Dere findet man mit tektonischem Kontakt dünnplattige, reine, helle Kalke über oberjurassischen Bankkalken (Geröllhorizont fehlt). Die Kalke enthalten *Globotruncana stuarti* (de Laprarent) und *Globotruncana* cf. *rosetta* (Carsey), die nach Wolfart (1967 a, S. 95, Tab. 17) in das Maastricht gehören. Somit liegen diese Kalke stratigraphisch etwas höher als die geröllführenden Kalke bei Kiracbanisi und Tiyekmagara.

2.3. Quartär und sekundäre Bildungen

Hierzu gehören die Kalktuffabsätze am Grabenrand und bei Kayabasi, die künstlichen Hügel in der Karasu-Ebene, quarzitische Hangschuttmassen und Schuttfächer aus kalkigem Material, die Schotterdeltas an der Mündung einiger Gebirgsbäche in die Karasu-Ebene und die Schotterterrassen bei Hasanlük und Nuhusagi, die Kalkkrusten südöstlich Alagözbanisi und die alluvialen Sedimente in der Karasu-Ebene, die auf der geologischen Karte ausgeschieden wurden.

Besonderer Erwähnung bedürfen jedoch die Roterde- und Bauxitvorkommen über den Kalken der Komprehensiv-Serie, in Verbindung mit Kalkschuttfächern und Kalkkrusten und teilweise auch über Grünstein und Basalt (Laterit/Krusteneisenstein).

Östlich Yaslitas Tepe, Baglarbasi Tepe, Almandan Pinar, am Topak Tepe, östlich Ziyaretkayasi Tepe und Kurudag Tepe (Karte Antakya 037 a 1), westlich Kurtyusuf Tepe, am Catal Tepe, am Demircagi Tepe (demir = Eisen) und nördlich Hassa (Antakya 037 a 4) befindet sich etwa im Streichen der Schichten ein Bauxithorizont (vgl. Profile, Tafel 3). Im Liegenden desselben treten kompakte bis dickbankige, helle Kalke mit Karsterscheinungen auf und im Hangenden gelbbraune, unreine-mergelige Kalke, die reich an Fossilbruchstücken sind.

Genau die gleiche Erscheinung hat DE WIJKERSLOOTH (1942) bei seiner montangeologischen Reise nach Hatay mehrfach beobachtet und daraus gefolgert, daß es nur einen Eisenerz-Bauxithorizont im Hatay gibt. Er betont, daß er im Hangenden des erzführenden Horizontes immer dieselben, charakteristischen, dünnbankigen Kalke gefunden habe, die wohl in einem relativ flachen Meer abgelagert worden seien (vgl. Kap. 2.2.3.).

Auch WIPPERN (1962), der im Akseki-Beysehir-Gebiet im Taurus einen kretazischen Bauxithorizont auf ca. 1000 km Länge untersuchte, beobachtete immer im Liegenden Kalke mit Karsttaschen und Klüften und im Hangenden eine rötliche Kalkbank, die teilweise brekziös bis konglomeratisch ausgebildet ist. Dem Bauxithorizont entspricht nach WIPPERN (1962, S. 63) ein Hiatus an der Wende Unter-/Oberkreide.

Röntgenographische Untersuchungen ergaben, daß die Bauxite aus der Umsetzung von ophiolithischem Material entstanden sind, und WIPPERN (1962) stellte bei einer Rückstandsbestimmung für die Liegendkalke der Bauxite im Taurus fest, daß der unlösliche Anteil weniger als 1% beträgt und somit kaum zur Bildung der Bauxitlager beigetragen haben kann.

3. Eruptivgesteine

3.1. Grünsteine und mit ihnen zusammenhängende Erscheinungen (σ, σ_k)

Die geologische Karte der Türkei (1 : 500 000, Bl. Hatay) zeigt ein bevorzugtes Auftreten der Grünsteine (= Ophiolithe) an der W-Flanke des Amanos und an seiner E-Flanke am Grabenrand. Im Arbeitsgebiet begleiten die Grünsteine im N und im S den Grabenrand. Einzelne kleinere Vorkommen dürften ebenso wie die Grünsteine an den Flanken des Amanos an Störungszonen gebunden sein (vermutliche Störungszone zwischen den tektonischen Bereichen 7 und 8 bzw. in der Umrandung von Akcadag und Kücükakcadag). Dieser Befund deckt sich mit der Feststellung FRECHS (1913, S. 131/132), daß die Eruptiva (sowohl die Basalte als auch die Grünsteine) durchweg auf Spalten eingedrungen seien.

Nach den Bestimmungen durch die mineralogische Abteilung des M.T.A.-Institutes handelt es sich im Arbeitsgebiet um Saxonite. Das sind ultrabasische

Olivingesteine, die vorwiegend aus Olivin und Enstatit bestehen und sich durch ihre Chromitführung auszeichnen. Laut Bestimmungsbericht Nr. 1030/5556 ist die Zusammensetzung des Gesteins folgende:

Probe Nr. 56 954 (östlich Alagözbanisi): Olivininseln in einer Serpentinmasse mit typischer Maschenstruktur, teilweise serpentinisierter Enstatit, Serpentin, akzessorisch Biotit und Chromit.

Probe Nr. 56 955 (Kirmizi Tepe bei Haltanli): wie 56 954, Biotit fehlt.

Probe Nr. 56 956 (Camliburun Tepe bei Tiyekmagara): Enstatit, Serpentinmasse mit typischer Maschenstruktur und völlig serpentinisierten Olivininseln, akzessorisch Chromit und Magnetit.

Probe Nr. 56 957 (Seyitali Tepe bei Comherbanisi): Serpentinmasse mit Maschenstruktur und Olivinresten darin, leicht serpentinisierter Enstatit, akzessorisch Chromit.

In einem Gang innerhalb der paläozoischen Silt-Quarzit-Serie (cbs_2) steht an der Einmündung des Sahinlik Dere in das Gürgürün Dere, ca. 2 km nordwestlich Köklü, ein dioritisches Gestein an. Es besteht aus stark saussuritisierten Oligoklasen, teilweise chloritisierten Hornblenden (bewirken die Vergrünung), akzessorisch Biotit, Epidot und Ilmenit (Bestimmungsbericht 385/5647, Probe Nr. 58 777). Auf den Kluftflächen findet man Hornblendeasbest. Amphibol wurde neben Feldspat (?Plagioklas) und einem quellbaren Schichtsilikat röntgenographisch in Grünsteingeröllen aus den Maastrichtkalken (M_K) nachgewiesen.

Im Arbeitsgebiet treten die ersten Grünsteingerölle an der Grenze Campan/Maastricht auf. Das ältere Senon ist kontaktmetamorph (vgl. Kap. 4.4.). Jüngere Intrusionen sind möglicherweise erfolgt [nach FINCKH (1898) und FRECH (1916) im Eozän, nach DUBERTRET (1953) und BORCHERT (1959) Schwerpunkt der Intrusionen im südlichen Anatolien in der Oberkreide, Schwerpunkt der Extrusionen im Unterpaleozän].

Obwohl die kontaktmetamorphe Beeinflussung des Nebengesteins durch die Ophiolithintrusionen in der Regel geringfügig ist (vgl. BORCHERT 1959, S. 35), sind im Rahmen von Gesteinen der Hangendserie der Ophiolithe unter der Einwirkung von Restschmelzen und fluiden Lösungen Umwandlungserscheinungen wie z. B. Verkieselungen eingetreten. Die flachgründige Intrusion bzw. Extrusion der Ophiolithe im Hatay (vgl. DUBERTRET 1953) hätte demnach die Voraussetzung für die Kieselbildungen des ophiolithischen Magmatismus im Arbeitsgebiet geschaffen.

In der Umrahmung des Kücükakcadag südwestlich Idilli finden sich rote bis violette und grüne, auch blaue kieselige, gut gebankte Gesteine. Sie zeigen oft eine deutliche Farbbänderung. Dieses Gestein ist mitunter stark verfaltet und von Brüchen durchzogen. Es ist unmittelbar an die serpentinisierten Ophiolithe gebunden. Das ophiolithische Gestein ist seinerseits von Kieselgeladern durchzogen.

Bei der hydrothermalen Umwandlung von Mineralien der Pyroxen-Amphibolgruppe und der Olivingruppe entstehen tonerdefreie hydroxylhaltige Silikate des Magnesiums und Eisens auf Gängen und als Spaltenausfüllung. Neben Serpentin tritt hier noch Talk und Meerschaum auf (Steinbruch am Kirmizi Tepe nördlich Haltanli, röntgenographische Untersuchung).

Von wirtschaftlichem Interesse waren in Verbindung mit den Ophiolithen Chromerze, die von 1946—1953 im Islahiye-Gebiet abgebaut wurden. Die Chromerzführung ist an die ultrabasischen Olivingesteine (Peridotite), speziell an die Dunite und die im Arbeitsgebiet vorkommenden Saxonite gebunden. Diese Bindung erklärt sich aus der Ausscheidungsfolge, während der Olivin noch vor der Hauptchromitausscheidung auskristallisiert, die Masse der rhombischen Pyroxene aber erst danach.

3.2. Basalte (β)

Im Arbeitsgebiet sind die Basalte nahezu ausschließlich an den Graben bzw. an dessen Rand gebunden. Nach Bestimmungen des M.T.A.-Institutes handelt es sich hauptsächlich um Augit-Olivin-Basalte, die sich neben geringfügigen Änderungen im Mineralbestand etwas in ihrer mikroskopischen Struktur unterscheiden. Diese ist porphyrisch, teils hemi-, teils holokristallin, je nachdem, ob eine Glasbasis vorhanden ist oder nicht. Die Proben Nr. 56 958 und 56 959 des Bestimmungsberichtes Nr. 1030/5556 vom Kirmizi Tepe bei Haltanli besitzen eine Glasbasis in der Grundmasse, die bei Nr. 56 959 nur sehr untergeordnet ist. Bei beiden Proben befinden sich große Olivineinsprenglinge in der Grundmasse. Letztere besteht außer der Glasbasis bei Nr. 56 958 aus Labradoritleisten, titanführendem Augit, untergeordnet Olivin, akzessorisch Magnetit- und Ilmenitkörnern. Bei Nr. 56 959 enthält die subophitische Grundmasse etwas mehr Olivin, Labradoritmikrolithe, titanführenden Augit und akzessorisch Magnetitkörner.

Die Proben Nr. 56 953 und 56 960 besitzen eine holokristalline Struktur, also keine Glasbasis in der Grundmasse. Nr. 56 953 (südlich Comherbanisi an der Straße nach Kilis) ist ein Olivin-Augit-Basalt. Er enthält große Labradorit- und Olivineinsprenglinge in einer Grundmasse, die aus Labradoritleisten, titanführendem Augit, Olivin und akzessorisch Magnetitkörnern besteht. Probe Nr. 56 960 (Yarim Aktepe, Basaltfeld südlich der Straße nach Kilis) ist ein Augit-Olivin-Basalt mit Labradorit- und teilweise iddingsitisierten (d. h. Ausbildung einer braunen Randzone) Olivineinsprenglingen in der Grundmasse. Letztere setzt sich aus Labradoritmikrolithen, Olivin, titanführendem Augit und akzessorisch Magnetitkörnern zusammen. Alle diese Proben sind also von Augit-Olivin- bzw. Olivin-Augit-basaltischer Zusammensetzung. Sie sind makroskopisch durch ihre starke Porosität und eine Vielzahl blasiger Hohlräume charakterisiert (β_2).

Südlich Hassa befindet sich ein ziemlich dichter Basalt (β_1) normaler Zusammensetzung, den man als olivinführenden Feldspatbasalt bezeichnen könnte. Er besitzt eine porphyrische Struktur und enthält plagioglasreiche Einsprenglinge (60 % Anorthit). Die Olivineinsprenglinge (ca. 80 % Forsterit) sind iddingsitisiert. Augiteinsprenglinge kommen in geringem Maß vor. Die Grundmasse ist feinkörnig. Sie besteht im wesentlichen aus Plagioklas (50 % Anorthit), Augit und Erz sowie wenig Olivin und Apatit. Evtl. sind andere helle Gemengteile in Zwickeln dazwischen. Sie sind im Schliff nicht bestimmbar.

4. Tektonik

4.1. Übersicht der tektonischen Ereignisse

Mit der Entstehung der Bogenkonturen in der südanatolischen orogenen Zone kam es wahrscheinlich zu regional unterschiedlichen Spannungsverteilungen in der Kruste. Ausgehend von der unterschiedlichen Spannungsverteilung am W-Rand des Syrisch-Arabischen Blockes wurde das Arbeitsgebiet von N nach S in drei Einheiten (I—III) und jede dieser Einheiten von W nach E in drei Bereiche mit Teilgebieten untergliedert, so daß man mit dem Grabenkomplex zehn verschiedene Gebiete unterscheiden kann (Abb. 3). Die Einheiten I und III entsprechen den

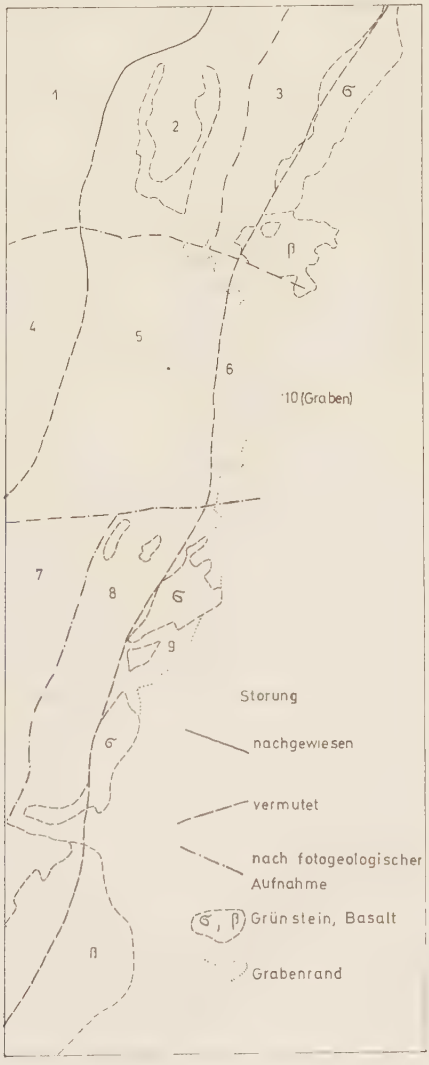


Abb. 3. Tektonische Gliederung des Arbeitsgebietes in die Bereiche 1—10. Maßstab 1 : 200 000.

Bogenabschnitten der leicht sigmoidal gebogenen Haupt-Deformationsachse (= Teilstück der Südlichen Amanosantiklinale) im Arbeitsgebiet. Die Einheit II mit einem nahezu N—S-Streichen dieser Achse könnte man bezüglich des bevorzugten Auftretens von Scherungsbrüchen mit einem Diagonalsattel im Sinne von WIPPERN vergleichen.

Im Verlauf der orogenen Bewegungen entstand die E- bis SE-vergente Südliche Amanosantiklinale mit den drei verschiedenen Abschnitten innerhalb des Arbeitsgebietes. Entsprechend der unterschiedlichen Spannungsverteilung kam es zu einer Schieferung, Ausbildung von Scherflächensystemen (Blattverschiebungen, wrench faults) und sogar zu Untervorschiebungen. Im Aufschlußbereich ist häufig eine intensive Verfaltung zu beobachten, die wohl überwiegend auf eine disharmonische Tektonik zurückzuführen ist. Die Biegedeformation ist i. allg. schwächer ausgeprägt als die Bruchbildung.

Auf die Pressung folgte eine Dehnung der Kruste, die zu Zerrbewegungen an den bereits vorhandenen diagonalen und auch quer verlaufenden Scherflächen führte. Bei stärkerer Dehnung ist es zu Schollendrehungen gekommen, die das nordöstliche Achsengefälle verursacht haben. Infolge der Dehnung sind entlang bereits vorhandener flacher Scherflächen auch die lagerkluftartigen Reißfugen entstanden. Ferner hat die Dehnung der Kruste zur Anlage bzw. zum Aufreißen mancher, wohl schon lineamentär vorhandener Längsstörungen, die ± parallel zum Graben verlaufen, geführt. Auch an diesen Längsstörungen hat eine leichte Drehung von Schollen um etwa N—S-gerichtete, horizontale Achsen wahrscheinlich das unterschiedliche Streichen einzelner Bereiche in einem W—E-Profil verursacht.

Verschiedene Anzeichen sprechen für die Anlage einer bedeutenden Störungszone an der E-Flanke des Amanos. An die Kreuzung dieser Störungszone mit den Hauptscherspannungszonen sind Basaltvorkommen geknüpft wie z. B. bei Haltanli, Alagözbanisi und auch außerhalb des Arbeitsgebietes, bei Islahiye sowie zwischen Hassa und Güvenc. Vielleicht sind die ± E—W gerichteten, die Grabenrandstörung kreuzenden Brüche auch auf eine lineamentäre Anlage zurückzuführen (vgl. TEMPLE & PERRY 1962), so daß eine „Felderung der Kruste" im Sinne von WOLFART (1967 a) vorgelegen hätte.

Für die spezielle Betrachtung der tektonischen Vorgänge sind folgende tektonische Erscheinungen bzw. Elemente von Bedeutung: Faltung und Schieferung, Quer- und Diagonalbrüche sowie Längsbrüche, wobei die groß- und die kleintektonischen Erscheinungen (z. B. Störungszonen einerseits, Klüfte andererseits) zusammen betrachtet werden.

4.2. Faltung und Schieferung

Die sehr kompetenten Quarzite (cbq_1) und auch die Kalke (cbk) sind über größere Entfernung ruhig gelagert. Sie streichen nahezu N—S und fallen an der W-Flanke der Südlichen Amanosantiklinale mit 10°—20° nach W bzw. WSW ein. In der Nähe des Karten-N-Randes biegen die Schichten allmählich nach E um. Bei

Kayabasi, im Delicay Dere, fallen die Kalke mit über 70° nach E bzw. nach ENE ein. Die Vergenz geht demnach insgesamt nach E.

Die Antiklinale streicht zwischen dem Tesbi Dere und Zeytin Pinar 15°—20°. Der aus ss-Flächenpolen ermittelte β_{ss}-Polpunkt liegt bei 20°/10° NE (Schnittpunkt von ss-Großkreisen). Südlich des Tesbi Dere dürfte die Antiklinale etwa N—S streichen. Nördlich Zeytin Pinar läßt sich der Verlauf der Antiklinale nicht mehr festlegen. Sie dürfte jedoch schon im Gürgürün Dere nach NE umbiegen (westlich der Einmündung des Sahinlik Dere Lagerung der Schichten etwa 70°/45° NW, weiter westlich auf 45°/65° NW drehend). In der Umbiegungszone nördlich des Gürgürün Dere (am Kartennordrand) beträgt infolge des nordöstlichen Abtauchens der Antiklinale die mittlere Lagerung 100°/30° NE.

Die Umbiegung der Silt-Quarzit-Serie im Scheitel der Antiklinale ist im Pollu Dere (S-Seite) zwischen Tesbi und Tandir und im Avcioluk Dere nördlich Tandir gut zu sehen (aufrechte oder leicht vergente Sättel im 10 m-Bereich). Im allg. liegen die Schichten am W-Flügel der Antiklinale flacher als an ihrem E-Flügel, an dem sie je nach der Kompetenz des Materials noch einmal in Falten kleinerer Ordnung gelegt wurden. Die liegenden, stärker siltigen Partien der Silt-Quarzit-Serie sind gut deformierbar und deshalb in enge, schiefe bis liegende Falten niederer Ordnung gelegt worden (z. T. disharmonisch zum Großfaltenbau). Die reineren Quarzite (cbq_2) am Bezelik Sirt und am Daz Tepe im NW des Arbeitsgebietes sind nur schwach verbogen worden. Das Maximum ihrer Lagerung liegt bei 40°/40° NW. Damit ist die Umbiegung der Antiklinale nach NE im N des Arbeitsgebietes bereits angedeutet. Auch die Quarzite in ähnlicher stratigraphischer Position nordwestlich Köklü am E-Flügel der Antiklinale deuten mit dem ss-Maximum bei 50°/55° SE die Umbiegung an.

Im Gegensatz zu den Quarziten war in den Tonschieferlagen (Hinziryolu, nördlich Tandir, Kefen yeri) die Durchbewegung intensiv, so daß s_1- und sogar s_2-Flächen entstanden sind. Am W-Flügel der Antiklinale wurden Schieferungsflächen (s_1) mit 175°—40°/55°—85° W bis NW und am E-Flügel mit ca. 10°/35° SE gemessen. Der zweite Wert deutet auf eine Schubklüftung (s_2), wobei die erste Schieferung eine Parallelschieferung wäre. Beim Übergang in die Silte und Quarzite durchschlägt die Schieferung als Schieferungsklüftung das Gestein auf kürzestem Wege. Bei der tektonischen Durchbewegung ist z. T. eine schwache Metamorphose eingetreten (Einregelung der Glimmer ± parallel zu den ss-Flächen, z. T. Phyllitisierung). Im Zusammenhang mit der Schieferung zeigt das Gestein oft eine feine Lineation (Feinrunzelung). Nördlich Tandir wurde Runzelung in Verbindung mit zwei dichten Scherflächenscharen beobachtet.

Die wohlgebankten bis plattigen Kalke der M_1-Serie haben sich gegenüber der Deformation relativ plastisch verhalten, so daß sie lokal intensiv verfaltet wurden. Die massigen Einschaltungen setzten der Biegedeformation Grenzen. Ein weitspanniger Faltenbau ist deshalb nicht zu erwarten. Die vorherrschende Wechsellagerung dickbankiger, dünnplattiger und schiefriger Kalke wurde oft extrem disharmonisch verformt, so daß z. B. der eine Flügel eines Sattels oder einer Mulde ein ganz anderes Streichen aufweist als der Gegenflügel. Das starke Pen-

deln der Faltenachsen ist wahrscheinlich auf eine disharmonische Faltung und eine damit verbundene flache Lagerung der Achsenebenen zurückzuführen. Bei liegenden Falten können die Achsen stark pendeln, da eine maximale seitliche Ausweichmöglichkeit der Faltenscharniere gegenüber lokalen Widerständen besteht (Schwan 1965). Die massigen Einschaltungen im Streichen der Schichten mögen das oft starke Abtauchen der Faltenachsen durch Stauchungen bewirkt haben.

Zwischen Köklü und Degirmencik Dere sind die Kalke (M_1) intensiv gefaltet. Im Tal von Köklü ist NW-Vergenz vorhanden (?Rückfaltung an Massenkalk-Komplex). Auf die Einlagerung massiger Komplexe und die unterschiedliche Dicke einzelner Gesteinsbänke sind die durch Biegegleitung entstandenen disharmonischen Knick- und Spitzfalten und im Extremfall diapirähnlichen Falten zurückzuführen (Abb. 4). Die Mehrzahl der Faltenachsen streicht 15°—40° und fällt flach nach NE ein. Die Kalke der Akcadag-Serie (M_A) und der Jüngeren Komprehensiv-Serie (M_2) sind nur schwach verbogen. Eine stärkere Faltung wurde in mergeligen Zwischenlagen beobachtet.

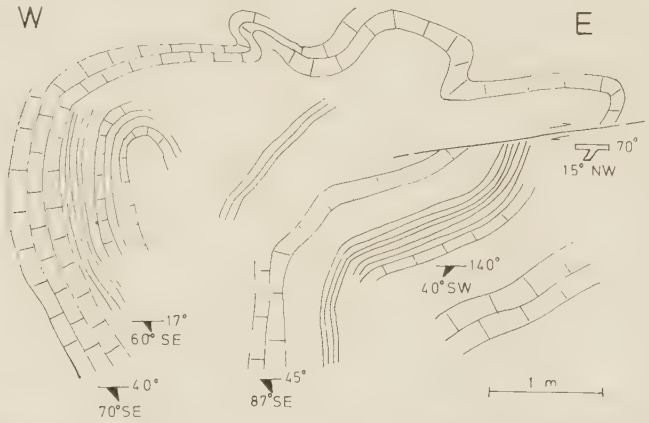


Abb. 4. Diapirartige Faltung (Ausquetschung des plastischen Materials zwischen massigen Kalkkörpern) am Kelvelindirsegi Tepe.

4.3. Bruchbildung

4.3.1. Quer- und Diagonalbrüche

Bei Tesbi, im Tesbi Dere und Pollu Dere findet man Störungen, die ESE—WNW bzw. ENE—WSW streichen. Zwischen den tektonischen Bereichen 2 und 5 setzen sich die Brüche über die Längsstörung Tandir-Delicay Dere hinaus nach E fort. Innerhalb der kompakten Kalke der Komprehensiv-Serie lassen sie sich nur schwer verfolgen. Die Störung im Pollu Dere streicht 108° und gehört zu dem Bruchsystem in ESE—WNW-Richtung mit den Maxima bei 100° und 125°. Die 125°-Richtung ist in den westlichen Seitentälern des Avcioluk Dere (Tekneli Dere, Nacar Dere usw.) wiederzufinden. Westlich Tandir durchschlagen Grünsteingänge

das Paläozoikum. Sie streichen zwischen 120° und 130° und deuten auf Zerrung hin. Die zweite Richtung (Störung im Tesbi Dere) liegt etwa bei 60°—70°. Dieser Richtung folgen ebenfalls ophiolithische Gänge im Paläozoikum und einige Täler. Die tektonische Karte (Tafel 2) zeigt, daß an der Störung im Pollu Dere und auch im Tesbi Dere die Antiklinalachse ein kleines Stück nach E versetzt wurde. Am Uzun Sirt (Langer Rücken), zwischen den beiden Störungen, wurden unterhalb des Steilanstieges bei 900 m NN (Weg nach Tesbi) in schwach quarzitischem Material Gleitstreifen (80°/15°—20° E) gefunden. Diese deuten wahrscheinlich auf eine Schrägabschiebung mit betont horizontaler Komponente. Bei einem Teil der Brüche (Störungen und Klüfte) handelt es sich um Scherbrüche (0kl-, hkl- und hk0-Flächen). Die 0kl-Flächen stellen im Sinne von Cloos (nach Adler u. a. in CTH_3) Querklüfte dar, da sie senkrecht zu den Faltenachsen streichen. Hierbei ist allerdings nichts über das Einfallen der Kluftflächen ausgesagt. Im Gegensatz zu den unpaarigen 0k0-(=ac-)Flächen sind die 0kl-Flächen paarig angelegt, wobei die Flächenbildung offenbar zum Ausgleich der aufgetretenen Scherspannungen ausgereicht hat, ohne daß eine meßbare Verschiebung entlang der Fläche stattfand (Adler u. a. 1960). Deshalb besteht auch kein Widerspruch zwischen dem paarigen Auftreten von Scherflächen einerseits und ihrem Verlauf quer zum Generalstreichen andererseits. Die Silt-Quarzit-Serie weist nördlich der Störung bei Tesbi eine anormale Lagerung auf (120°—140°/20°—30° SW).

Im Tesbi Dere sind die Quarzite (cbq_1) an einer Störung gegen die Silt-Quarzit-Serie (cbs_2) versetzt. Am N-Ende des Cataloluk Tepe (ca. 2 km westlich des Arbeitsgebietes) sind allem Anschein nach die Quarzite (cbq_1) gegen die Quarzite (cbq_2) im Hangenden der Silt-Quarzit-Serie geschoben worden, so daß der Verwerfungsbetrag nach W auf über 1000 m ansteigt. An der Störung ist eine deutliche Mylonitzone ausgebildet. Innerhalb der Quarzite wurden Anzeichen ± horizontaler Bewegungen an der Störung gefunden. Die Störung im Tesbi Dere wird als ein Glied der etwa E—W gerichteten Scherungszone im Delicay Dere zwischen Ada Tepe und dem Graben angesehen, in der ebenfalls Anzeichen horizontaler Bewegungen gefunden wurden. Nach der einengenden Bewegung ist eine Dehnung, die zu Reißfugen/Dehnungsklüften und zu einer Schollenkippung nach NE geführt hat, erfolgt. Vom Tesbi Dere nach N setzt ein deutliches Abtauchen der Südlichen Amanosantiklinale nach NE ein. Nach Schwan (1954, S. 64/73) könnte eine solche Zerrung zuerst in horizontaler Richtung vor sich gegangen sein. Sekundär sind wahrscheinlich Drehbewegungen von Schollen um Querachsen erfolgt, wobei es zu Auf- und Abwärtsbewegungen der Schollen mit einer Verstellung des Faltenbaues kam.

Besonders innerhalb des tektonischen Bereiches 4, zwischen dem Tesbi Dere im N und der Blattgrenze Antakya 037 a 1/a 4 im S, spielen die Scherungsbrüche, die paarig angelegt sind und die in bezug zum Generalstreichen von 177° ± diagonal verlaufen, eine wichtige Rolle. Ein Maximum der Scherflächen liegt bei 125°. Die zu der 125°-Richtung komplementären Scherflächen bei 55° sind ungleichwertig ausgebildet. Ein zweites Maximum liegt zwischen 95° und 105°. Ihm entspricht wahrscheinlich als zweites Scherflächenpaar ein schwaches Maximum bei 75°. In

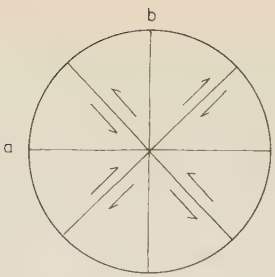


Abb. 5 a: Modell einer zweischarigen-gleichscharigen Scherung.

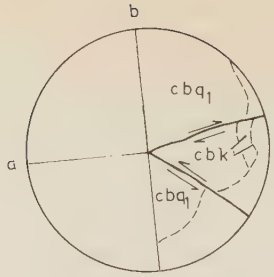


Abb. 5 b: Scherflächenpaar am Karatas Tepe (nach Kartierung).

der Abb. 5 a—b sind am Modell einer zweischarigen Scherung die Scherungsbrüche am Karatas Tepe dargestellt worden. Die Maxima der Gleitstreifen auf den Scherflächen liegen bei 105°/5° NW, 100°/10° NW und 75°/15° SW. Sie stimmen also im Streichen mit den Maxima der Trennflächen zwischen 95° und 105 und bei 75° überein. Die Bewegung dürfte in Richtung der Hauptvergenz erfolgt sein. Man kann oft drei Kluftsysteme unterscheiden (z. B. am Hamo Tepe bei Kayabasi). Die Harnischflächen gehören dem ältesten an. Das zweitälteste Kluftsystem wird durch Längsklüfte vertreten, die ihrerseits von sehr flachen (h0l)-Flächen abgeschnitten werden. Solche, NW-fallenden (h0l)-Flächen sind bevorzugt am S-Abhang des Hamo Tepe zum Kösele Dere westlich Kayabasi zu finden (Abb. 6). Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. W. Schwan wird es sich bei diesen Flächen wohl um Scherbahnen handeln, an denen die liegenden Anteile in Richtung der allgemeinen Vergenz gegenüber dem Hangenden bewegt wurden (Untervorschiebungen). Zwei verschieden alte Kluftsysteme wurden auch südlich Kayabasi beobachtet, wobei die flachen Trennflächen (teilweise zu Spalten erweitert) meist jünger sind als die steiler einfallenden.

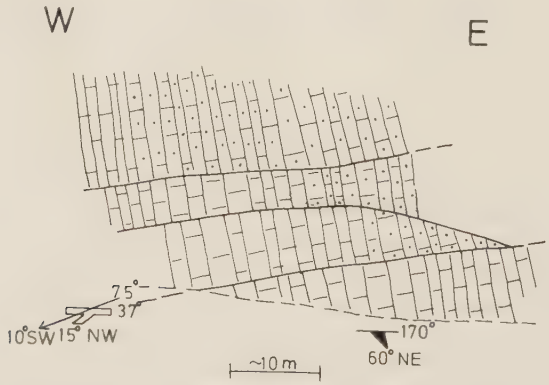


Abb. 6. Flache Scherungsbrüche in cbk, Kösele Dere. Liegendes unter dem Hangenden relativ vorgeschoben.

Südlich und nördlich von Hasanlük und Kayabasi sind Scherungsbrüche entlang der Straße aufgeschlossen. Bei der nachfolgenden Dehnung sind die Scherungsbrüche in Reißfugen umgewandelt worden, an denen bei erheblicher Raumerweiterung eine Kippung von Schollen zumeist nach NE erfolgt ist, so daß man hier abweichende Lagerungswerte erhält. Bereiche mit derartig abweichender Lagerung findet man im Kokarpinar Dere, im Yalak Dere und südlich des Ada Tepe. Die Rotation von Schollen um Querachsen dürfte die Ursache für das stete nordöstliche Achsengefälle sein, das außerdem durch faziesbedingte Stauchungen von Faltenachsen extrem verstärkt wurde (Kippung der Faltenachsen an Reißfugen, die senkrecht zur Achse der kleinsten Normalbeanspruchung stehen). Eine Querfaltung mit Achsenkreuzungen wurde nicht gefunden. Die Faltenachsen fallen nahezu vollständig nach N, NE und NW ein.

Im Ercek Dere sind Leitstrukturen für die größeren Scherungsbrüche vorhanden. Geringe Vertikalversetzungen sind wohl sekundär im Gefolge von Dehnungen in meridionaler Richtung eingetreten. Es lassen sich zwei Kluftmaxima unterscheiden. Bei dem ersten Maximum von 124°/80° NW handelt es sich um (0kl)-Flächen, die nicht mit den Gefügekoordinaten a, b oder c zusammenfallen, sondern lediglich auf dem ac-Zonenkreis liegen und somit als Scherungsbrüche zu deuten sind, die wahrscheinlich einem frühen Bewegungsakt angehören. In einem späteren Bewegungsakt ist an den bereits vorhandenen Flächen Dehnung eingetreten (die Klüfte öffneten sich zu Spalten), wobei man noch die Harnische auf den sich öffnenden Kluftflächen erkennen kann. Das andere Maximum der zum Scherflächenpaar gehörigen Flächen liegt bei 131°/24° NE.

4.3.2. Längsbrüche

An der Längsstörung von Tandir (Abb. 7) wurden die hellen Kalke der Akcadag-Serie neben die liegenden Partien der Silt-Quarzit-Serie bewegt. Im stratigraphischen Verband liegen dagegen die tiefermesozoischen Kalke der Komprehensiv-Serie über den hangende Partien der Silt-Quarzit-Serie. Daraus folgt eine Sprunghöhe der Störung von mehreren 100 m. Die Störung setzt sich westlich des Ada Tepe nach S in das Delicay Dere hinein fort und verläuft in einem etwa gleichbleibenden Abstand von ca. 5 km zur Hauptstörung am Grabenrand. Stchepinsky (1943) erwähnt bereits eine N—S verlaufende Störung mit etwa 500—1500 m Sprunghöhe 3 km westlich Kerküt. Östlich Tandir sind die Kalke der Älteren Komprehensiv-Serie an der Störung deutlich geschleppt. Die Silt-Quarzit-Serie ist in der Nähe der Störung stark mylonitisiert. Der etwa grabenparallele Vorlauf der Störung und vor allem ein Basaltvorkommen bei Tandir (einziges außerhalb des Grabens im Arbeitsgebiet) deuten in Analogie zur Grabentektonik am E-Rand des Amanos auf Zerrbewegungen (Abschiebung). Typische, mit Quarz gefüllte Zerrfugen (etwa im Schichtstreichen) sind im Gürgürün Dere beobachtet worden. An der Einmündung des Sahinlik Dere in das Gürgürün Dere setzt ein dioritischer Gang etwa längs der Antiklinalstruktur durch die Silt-Quarzit-Serie. Dieser Gang befindet sich in der Verlängerung der

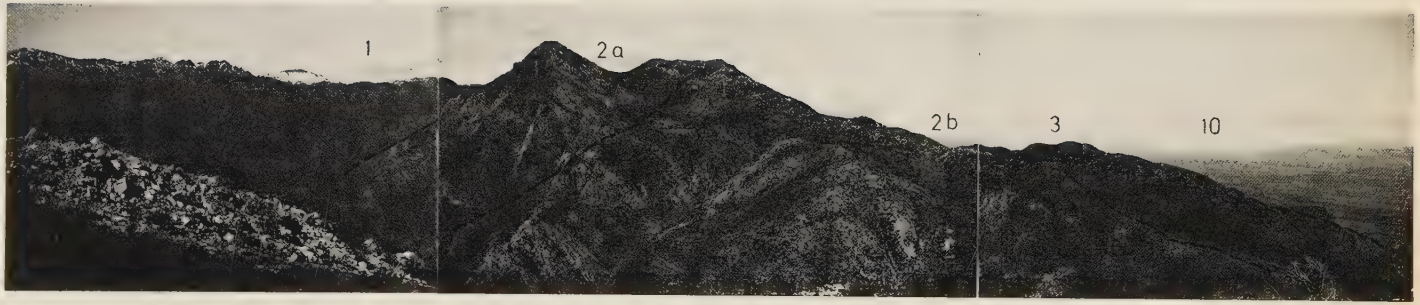


Abb. 7. Die tektonische Einheit I mit den Bereichen 1, 2, 3. Blick von S über das Delicay Dere hinweg. Im linken Bilddrittel Bezelik Sirt, Tal und Störungszone von Tandir. Bildmitte Akcadag und Kücükakcadag mit Grünsteinrahmen und Störung im Zinzifil Dere. Rechtes Bilddrittel Alma Dere mit fraglicher Längsstörung und Graben (10).

Längsstörung von Tandir nach N. Die massigen Kalke auf dem E-Flügel der Störung zeigen glatte Bruchflächen.

Im N biegt die Störung von Tandir aus dem Avcioluk Dere nach E um und versetzt auch hier zunächst noch die Silt-Quarzit-Serie (cbs_2) gegen die Kalke der Akcadag-Serie (ausgeprägte Kluftflächen in Richtung der Störung). Im Cat Dere zwischen Sahinlik Tepe und Bostancik Tepe tauchen Grünsteine in der Nähe der Störung auf. In den Quarziten und Silten im Bereich der Störung ist eine breite Mylonitzone ausgebildet. Im weiteren Verlauf der Störung wurden die Kalke der Älteren Komprehensiv-Serie (M_1) gegen die Silt-Quarzit-Serie versetzt, und im Gürgürün Dere grenzen schließlich Silte (cbs_2) gegen Quarzite der Bezelik-Serie (cbq_2). Die Sprunghöhe wird folglich nach NE etwas geringer. In einem Seitentälchen des Gürgürün Dere verläßt die Störung das Arbeitsgebiet in Richtung Kozcagiz (Gebiet Ishmawi). In diesem letzten Abschnitt läßt sich die Störung aufgrund der Lagerungsverhältnisse gut nachweisen (Silte westlich derselben flach liegend: ca. 100°/30° NE; Quarzite östlich derselben steil einfallend: 50°/60° SE).

An der E-Grenze des Bereiches 4 setzt sich die ± parallele Störung zum Grabenrand aus dem Tal von Tandir kommend westlich des Ada Tepe nach S in das Delicay Dere hinein fort und verläßt südwestlich Hasanlük das Arbeitsgebiet. Nach den Unterlagen der Petrol Dairesi soll es sich um eine Abschiebung handeln, was sicher auch zutrifft. Die Störung ergibt sich schon aufgrund der geringen Ausbißbreite der Silt-Quarzit-Serie im Delicay Dere. Die ältesten Partien dieser Serie (Silte) westlich des Tales befinden sich neben einer überwiegend quarzitischen Folge östlich des Tales. Die Verschiebung könnte über 100 m betragen.

Zwischen der SE-Flanke des Akcadag und dem Domuzhabali Tepe zieht eine Störung durch das Zinzifil Dere (Abb. 7). Die Lagerung zu beiden Seiten der Störung beträgt am Akcadag 164°/24° NE, und am Domuzhabali Tepe/Sirtlan deligi ca. 20°/40° SE. Morphologisch ist eine leichte Versetzung zwischen Sirtlan Tepe und Payamlikaya Tepe angedeutet. Nach NE dürfte sich die Störung zum Kücükakcadag fortsetzen. Sie ist dort wahrscheinlich an einer Steilstellung von Kalken beteiligt, deren Streichen zwischen 10° und 50° schwankt.

Östlich des tektonisch angelegten Tales des Delicay und seiner südlichen Zuflüsse schließt ein tektonisch eigenständiger Bereich an, der sich nach E bis in die Nähe des Grabens fortsetzt. Nach der fotogeologischen Aufnahme der Petrol Dairesi würde dieser Bereich durch eine Störung noch einmal zu unterteilen sein. Diese Störung sollte in der Verlängerung des Zinzifil Dere zwischen Kale Tepe und Ziyaret Tepe in den N—S verlaufenden Teil des Mazica Dere einmünden. Es kann als ein Hinweis auf die tektonische Anlage des Mazica Dere in seinem Oberteil gelten, daß die meisten Seitentälchen des Delicay Dere westlich der vermuteten Störung das Haupttal auf kürzestem Weg erreichen, während das Mazica Dere in einem deutlichen Bogen aus der N—S-Richtung nach W umbiegt. Infolge der monotonen Lithologie der Kalke läßt sich die Störung nicht direkt nachweisen (Profile, Tafel 3). Für die Existenz der Störung spricht lediglich die ausgeprägte Längstalzone, deren gerader Verlauf eine tektonische Anlage wahr-

scheinlich werden läßt. Die zahlreichen Quellen auf dieser Linie sind wohl als Verwerfungsquellen zu deuten.

Östlich der Linie Kurna — Alma Dere — Almadan Pinar — Körhidran Pinar — Degirmencik Dere (Abb. 7), die möglicherweise eine tektonische ist (Abschiebung nach der fotogeologischen Karte der Petrol Dairesi), paßt sich das Streichen der Schichten der Grabenrichtung an. In der Verlängerung dieser Linie befindet sich eine gleichfalls nicht sicher nachweisbare Störung, die etwa parallel zu der Grabenrandstörung von Ortabanisi, westlich Damdüsen Tepe, über Sulumagara damlari und durch das Sisik Dere nach N zieht. Diese Störung ist auch auf der fotogeologischen Karte der Petrol Dairesi zu finden. Vielleicht hängen die Grünsteinvorkommen bei Ortabanisi mit der Störung zusammen. Einen Hinweis für die Existenz dieser Störung findet man in einer morphologischen Längszone, in die mit einem deutlichen Knick verschiedene Seitentälchen einmünden (Kirec Dere, Sisik Dere). Ein direkter Anhaltspunkt ist durch die antithetischen Störungen am Damdüsen Tepe, ca. 800 m westlich der Grabenrandstörung, gegeben.

Etwa parallel zu der Störung zwischen Degirmencik Dere und Kurna verläuft ca. 1,5 km östlich derselben in einer Längstalzone die Grabenrandstörung, teils innerhalb der Grünsteine — teils die hellen oberkretazischen Kalke von dem randlichen Grünsteinstreifen abtrennend. Nördlich Haltanli sitzt ein Basalt auf. Das Einschwenken zahlreicher Bachläufe (Comcalipinar Dere, Oluk Dere u. a.) aus der NW—SE-Richtung in die Längstalzone steht offenbar im Zusammenhang mit der tektonischen Entwicklung. Die starken Quellen südwestlich Agabeybanisi sind anscheinend Verwerfungsquellen. Innerhalb des Grünsteinvorkommens zeigen sich in der Störungszone starke Risse im Gestein, die mit Kalzit, Dolomit oder Talk verheilt sind. In den Kalken im Demirloluk Dere wurden SSW—NNE-streichende Abschiebungen mit deutlicher Schichtschleppung beobachtet.

Am besten sind die ± grabenparallelen Längsbrüche (Klüfte, Spalten und Verwerfungen) in den Kalken im Degirmencik Dere am N-Rand des Arbeitsgebietes erschlossen. Man erkennt sowohl synthetische als auch antithetische Trennflächen. Die antithetischen Brüche sind deutlich schwächer ausgebildet. Sie entsprechen der zweiten Bruchflächenrichtung des Paares. Die Maxima der Flächenpole liegen bei 10°/84° NW und bei 18°/74° SE.

Die Grabenrandstörung setzt sich nach S zwischen den tektonischen Bereichen 5 und 6 fort, wo sie zwischen Sulumagara und Alagözbanisi durch eine Längstalzone deutlich markiert ist. Die Störung trennt nach E einen bis zu 1 km breiten Streifen massiger, intensiv tektonisch zerlegter Kalke, die noch Kontakterscheinungen zu den Grünsteinen zeigen, und im Bereich des Kartenblattes Antakya 037 a 4 ein Gebiet ab, welches durch das Vorkommen von gut gebankten Maastrichtkalken und dazwischenliegenden Grünsteinvorkommen gekennzeichnet ist. Nur vereinzelt kommt die Jüngere Komprehensiv-Serie wie z. B. am Calkayasi Tepe nördlich Hassa in Schollen heraus. Das Auftreten von Grünsteinen und Basalten entlang der Störungszone mag ein Hinweis dafür sein, daß beide die Bruchzone schon bei ihrem Aufstieg benutzt haben (?lineamentäre Anlage).

Der Graben (mittleres Streichen bei 26°) verläuft in einem sich stetig ändernden Winkel zu der leicht sigmoidalen Strukturachse des Amanos. Die Südliche Amanosantiklinale streicht zwischen Kirikhan und Islahiye ca. 0°—10° E und biegt nördlich Islahiye nach NE um. Weiter im N liegt nach der fotogeologischen Karte der Petrol Dairesi die Hauptstrukturrichtung sogar bei 60°. Schaffer (1901) spricht von einem Eindringen der meridionalen Bruchlinien in die Falten des Amanos. Zwischen der Richtung des Grabens und der des Amanos besteht also eine Divergenz.

4.4. Zur Zeitlichkeit der tektonischen Vorgänge

Zweifellos haben epirogene Bewegungen im Paläozoikum stattgefunden (H. Flügel 1964, Ketin 1959). Im Arbeitsgebiet bzw. im südlichen Amanos fehlen die postkambrischen/tieferordovizischen Schichten bis zur Sedimentation der Kalkserie im Jungpaläozoikum/Mesozoikum (Brown 1959, Dean & Krummenacher 1961, vgl. Kap. 2.1.). Möglicherweise hat seit jener Zeit zumindest der südliche Amanos mehr oder weniger als Schwelle bestanden (Temple & Perry 1962, Wolfart 1967 a), so daß die Südliche Amanosantiklinale bereits epirogen angelegt war. Die Sedimentation seit dem Jungpaläozoikum bzw. frühen Mesozoikum dürfte kaum 2000 m überschritten haben. Der starken Heraushebung des südlichen Amanos zwischen Hassa und Dörtyol (vgl. Kap. 2.1.) im Altpaläozoikum entspricht eine junge Hebung, so daß nach der geologischen Übersichtskarte (1 : 500 000, Bl. Hatay) hier sogar Präkambrium herauskommt. Nach Weber (1963) haben Krustenbewegungen, die seit Beginn des Mesozoikums im Randgebiet der Tethys zu einer Differenzierung nach Becken und Schwellen führten, die Orogenese in der Oberkreide eingeleitet. Der Orogenese ging eine Eruption von Ophiolithen voraus. Da im Arbeitsgebiet Grünsteingerölle in Kalken, die aufgrund ihres Fossilinhaltes in das Obere Campan oder Untere Maastricht gehören, gefunden wurden und die tiefersenonen Kalke Grünsteinkontakte zeigen, muß die erste Bewegung bald nach der Eruption der Grünsteine im Senon erfolgt sein. Im Tertiär und Quartär kam es zu Zerrungen in der Kruste (Anlage bzw. Aktivierung von Längsbrüchen). Die Bewegungen sind wahrscheinlich noch nicht vollständig abgeschlossen.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Durch den Nachweis von Orthiden des Mittel-/?Unterkambrium im Arbeitsgebiet ergibt sich eine Vergleichsmöglichkeit zu faziell sehr ähnlich entwickelten Schichten bei Saylak im S (Krummenacher-Profil) und bei Indere im N (vgl. Bryant 1960), wo Mittelkambrium mit Trilobiten nachgewiesen wurde. Die Fazies im Altpaläozoikum deutet auf terrestrische, litorale oder neritische Sedimentation. Steinsalzpseudomorphosen, Verkieselungen und Rekristallisation der Kalke im Kambrium sind die gleichen Phänomene, die in den fossilführenden, mittel-/unterkambrischen Kalken in einem ähnlich stratigraphischen Verband wie

im Arbeitsgebiet südöstlich des Toten Meeres gefunden wurden. Zwischen dem Altpaläozoikum und der mesozoischen/?jungpaläozoischen Komprehensiv-Serie besteht eine Schichtlücke im südlichen Amanos. Es wurde keine meßbare Winkeldiskordanz beobachtet. Ein schwacher Aufarbeitungshorizont mit vermutlichen Kieselholzfragmenten an der Basis der Komprehensiv-Serie und eine Rotfärbung der Quarzitschiefer im Liegenden deuten auf eine alte Landoberfläche vor der Transgression der Komprehensiv-Serie hin.

Die monotone Kalkfolge der Komprehensiv-Serie wurde mit Hilfe weniger Fossilfunde und wenigen faziellen Grenzen in vier Abteilungen gegliedert: 1. Die dunklen Bank-, Platten- und Schieferkalke mit massigen Einschaltungen, die vorwiegend der Trias angehören dürften; 2. Die Serie hellgrauer, plattiger und massiger Kalke, die hauptsächlich in den Jura und die Unterkreide zu stellen sind; 3. Die hellen Kalke der Kreide (besonders Oberkreide) mit Gelbkalkhorizont und Bauxitvorkommen; 4. Die gut gebankten bis plattigen Kalke mit Grünsteingeröllen, die in der Graben-Randzone nördlich und südlich Kiracbanisi anstehen. Trias, Oberjura und Oberkreide wurden mit Foraminiferen nachgewiesen. Die Fazies der Stinkkalke, die Anhydritführung einiger Partien und das Vorkommen riffartiger Kalkkomplexe in der Älteren Komprehensiv-Serie; die Ausbildung eines Bauxithorizontes in der Kreide und das Auftreten von Austern in der Oberkreide sprechen eher für eine neritische als für eine geosynklinale Entwicklung auch während der Eruption der Ophiolithe im Senon.

Im Grenzbereich zwischen alpinotypem-tauridischem Faltungsraum mit einer geosynklinalen Entwicklung und der Übergangszone zur Arabischen Tafel ist im Verlauf der orogenen Bewegungen im höheren Senon die E- bis SE-vergente Südliche Amanosantiklinale entstanden. Die Antiklinalachse besitzt einen mehr oder weniger ausgeprägten sigmoidalen Verlauf. Dies könnte nach den Untersuchungen von Wippern (1962) im westlichen Taurus mit der bogenförmigen Anlage der geosynklinalen und vorgeosynklinalen Räume zusammenhängen. Bei einer Einengung des mobilen Raumes zwischen starren Blöcken kam es demnach zu regional unterschiedlichen Spannverteilungen in der Kruste. Von diesem Phänomen ausgehend, kann man im Arbeitsgebiet drei verschiedene Einheiten unterscheiden: eine nördliche und eine südliche (die den bogenförmigen Abschnitten der Antiklinalachse entsprechen) mit einer geringeren Tendenz zur Ausbildung von Scherungsbrüchen und einen mittleren Abschnitt mit einer stärkeren Scherungstendenz. Die Hauptbewegung erfolgte in E- bis SE-Richtung. Nach den einengenden Bewegungen waren im Zusammenhang mit der Entstehung des Grabens ausweitende Bewegungen wirksam, die offenbar in vielen Fällen bereits vorhandenen Flächen und Bewegungsbahnen folgten.

Summary

By proving the existence of Orthidae of Middle-/(?) Lower Cambrian in the area of Islahiye-Hassa (southern Amanos mountains) these layers can be compared with facially similar developed strata near Saylak in the South (Krum-

MENACHER profile) and near Indere in the North (see BRYANT 1960), where Middle-Cambrian with trilobites was found. The facies in the lower Paleozoic indicates terrestric, litoral or neritic sedimentation. Pseudomorphosis of sodium-chlorides and recristallization of limestones in the Cambrian in this region are the same phenomens that are found in the fossiliferous limestones of Middle-Lower Cambrian in a similar stratigraphic set in the Southeast of the Dead Sea. Between the Old Paleozoic and the mesozoic/? young paleozoic Komprehensiv-Series a disconformity in the southern Amanos mountains exists. An important angular unconformity was not observed. A minor emersion horizon with probable fragments of petrified trees at the basis of the Komprehensiv-Series and the red colour of quartzitic slates below indicates an old landscape before the transgression of the Komprehensiv-Series.

The monotonous series of limestone of the Komprehensiv-Series is divided into 3 units with the help of a few fossils that were found and a few facial borders: 1. dark banc-, flat- and slatelimestones with massive intercalations which are believed to belong to Triassic; 2. the series of light grey, flat and massive limestones, which belongs mainly to the Jurassic formation and to the lower Cretaceous; 3. the light limestones of cretaceous age (mainly Upper Cretaceous) with a layer of yellow limestone and bauxite; 4. The well stratified to flat limestones with greenstone pebbles in the borderzone of the trough-fault north and south of Kiracbanisi.

The existence of Triassic, Upper Jurassic and Upper Cretaceous was proved by foraminifers. The facies of odorous limestones, the content of anhydrite of several parts and the existence of complexes of riff-limestone in the older Komprehensiv-Series; a horizon of bauxite in the Cretaceous and the appearance of Ostrea in the Upper Cretaceous indicate more a neritic than a geosyncline evolution of ophiolites, also during the eruption of ophiolites in Senonian.

In the area between the alpinotype-tauridic folded region with a geosyncline evolution and the transition region to the Arabian block during the orogenetic movements in the Upper Senonian, the E to SE striking southern Amanos-Anticline originated. The anticline axis is more or less sigmoidal. This may be a result of the sigmoidal course of the geosyncline and pregeosyncline areas according to investigations by WIPPERN (1962) in the western Taurus mountains. By contraction of the mobile area between non-elastic blocks the distribution of tension in the earth crust differs regionally. Based on this phenomenon it is possible to distinguish between three various units: a northern and a southern unit (which correspond to the sigmoidal zones of the anticline-axis) with a lower tendency to build wrench faults, and a middle area with a larger tendency for wrench faults. The main movement took place in E- to SE-direction. After tangential (or narrowing) movements had taken place, longitudinal movements in combination with the origination of the Kara Su-trough occurred, which apparently in most cases followed areas and direction of movements already in existence.

6. Literaturverzeichnis

Adler, R.; Fenchel, W.; Martini, H.-J. & Pilger, A.: Einige Grundlagen der Tektonik II. Die tektonischen Trennungsflächen. — Clausthaler Tekton. H. **3**, 94 S., Clausthal-Zellerfeld 1960.

American Overseas Petroleum Lim., Exploration division Ankara: Photogeologic map on Amanos mountains area. Petrol distr. VI/VII. — Petrol Dairesi, Ankara 1960 (unveröff.).

Blanckenhorn, M.: Neues zur Geologie Palästinas und des ägyptischen Niltals. — Z. dt. geol. Ges., **62**, 405—461, Berlin 1910.

— Syrien, Arabien und Mesopotamien. — Handb. region. Geol., **5**, 4, 17, 159 S., Heidelberg 1914.

Borchert, H.: Die Chrom- und Kupfererzlagerstätten des initialen ophiolitischen Magmatismus in der Türkei. — Veröffentl. M. T. A. - Inst., **102**, 175 S., Ankara 1958.

Bremer, H.: Kleinasien. — Handb. d. Stratigraph. Geol., **4**, 488—492, Stuttgart 1964.

Brown, T. E.: Stratigraphic Report, Hassa area — Amanos montains, Petrol. distr. VII, SE-Turkey. — Petrol Dairesi Rapor, Ankara 1959 (unveröff.).

Bryant, G.: Stratigraphic Report, Amanos montains, Petrol distr. VI/VII, SE-Turkey. — Petrol. Dairesi Rapor, Ankara 1960 (unveröff.).

Dean, W. T. & Krummenacher, R.: Cambrian trilobites from the Amanos Montains. — Paleontology **4**, 1, 71—81, London 1961.

Dubertret, L.: Geologie des roches vertes du Nord Ouest de la Syrie et du Hatay (Turquie). — Notes et Mem., Moyen-Orient, Museum Hist. nat. Paris, **6**, 180 S., Paris 1953.

Durand-Delga, M. & Gutnic, M.: Calpionelles du Taurus Sud-Anatolien (Turquie). — C. R. Acad. Sc. Paris, **262**, D., 1836—1839, Paris 1966.

Finckh, L.: Beiträge zur Kenntnis der Gabbro- und Serpentingesteine von Nordsyrien. — Z. dt. geol. Ges., **50**, 1, 79—164, Berlin 1898.

Flügel, H.: Die Entwicklung des vorderasiatischen Paläozoikums. — Geotekt. Forsch., **18**, 1—68, Stuttgart 1964.

Folk, R. L.: Practical petrographic classification of limestones. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **43**, 1, 1—39, Tulsa 1959.

Frech, F.: Über die geologisch-technische Beschaffenheit und die Erdbebengefahr des Bagdadbahngebietes bis zum Euphrat. — N. Jb. Miner. etc., **1913**, 126—138, Stuttgart 1913.

— Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. — Z. dt. geol. Ges., **68**, 1—325, Berlin 1916.

Gracіansky, P. de; Lemoine, M.; Lys, M.; Sigal, J.: Une coupe stratigraphic dans le paleozoique superior et le mesozoique a l'extremite occidentale de la chaine Sud-Anatolienne (nord de Fethiye). — Bull. Min. Res. Expl. Inst. Turkey, **69**, Ankara 1967.

Ketin, I.: The orogenetic evolution of Turkey. — Bull. Min. Res. Expl. Inst. Turkey, **53**, 82—88, Ankara 1959.

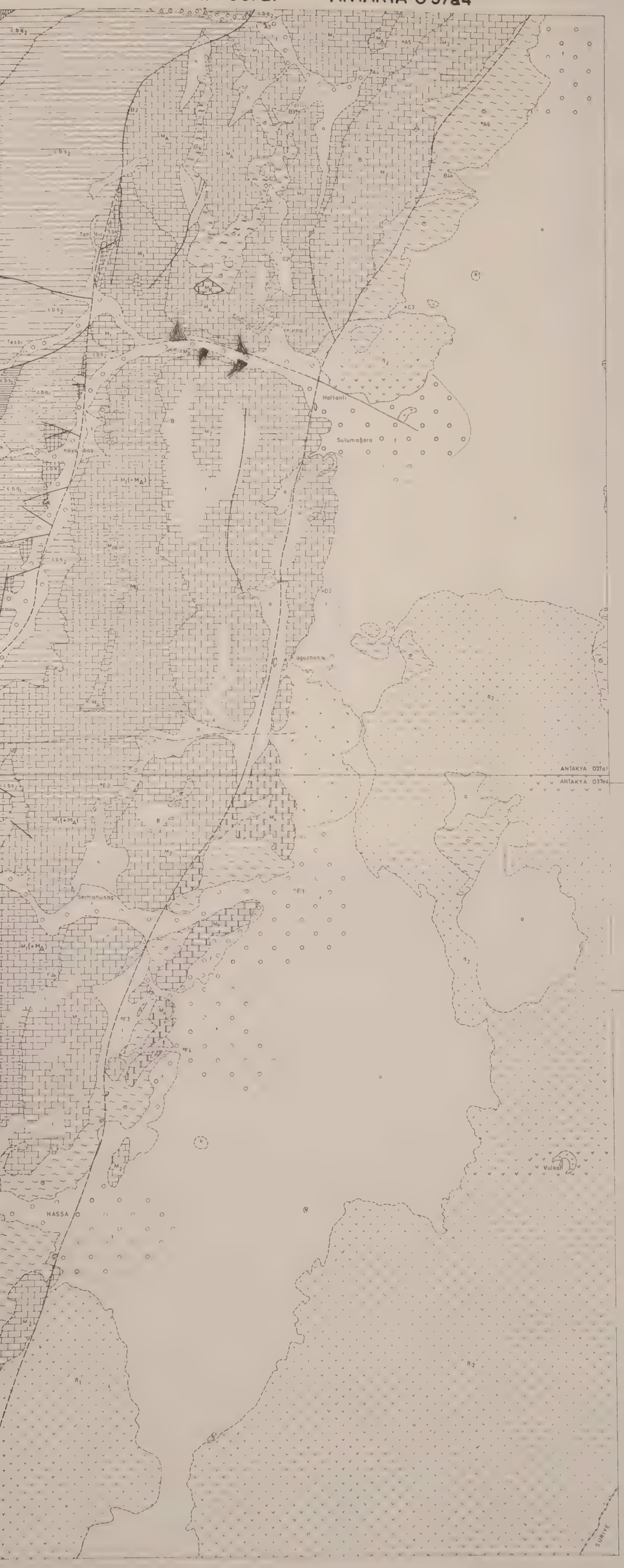
Lefèvre, R.: Donnés nouvelles sur la stratigraphie du Cretace superior dans le massif des Bey-Daglarie (Taurus Lycien, Turquie). — C. R. Acad. Sc. Paris, **263**, D., 1029—1032, Paris 1966.

Schaffer, F. X.: Geologische Studien im südöstlichen Kleinasien. — Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, **109**, 498—525 (1900) und **110**, 5—18 (1901), Wien 1901.

Schmidt, G. C.: Stratigraphic nomenclature for the Adana region, petroleum district VII. — Petrol. Adm. Publ. Bull., **6**, 47—63, Ankara 1961.

Schwan, W.: Die Frankenwälder Querzone. — Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, **1954**, 6, 80 S., Berlin 1956.

ANTAKYA 037a1 ANTAKYA 037a4



im Maßstab 1:25 000

aufgenommen von

P. Janetzko (1967/68)

LEGENDE

- Schichtgrenze, sicher-wahrscheinlich
- Störung, sicher-wahrscheinlich Stör.-Zone zw. Einheit I-II-III
- Profilpunkte
- Grünstein, Verkieselungen
- Basalt, dicht-blasig
- Alluvium
- Kalkkrusten (Caliche)
- Flußschotter (Delta, Terrassen)
- Hangschutt, quarzit.-kalkig Schuttfächer
- Künstliche Aufschüttungen
- Roterde, Bauxit
- Kalktuff

Komprehensiv-Serie

- Kiracbanisi-Serie
- Jungere Komprehensiv-Serie
- Akcadag-Serie
- Ältere Komprehensiv-Serie (+Akcadag-Serie)
- Massenkalk, Stinkkalk

Altpalaozoikum

- Cruzianenschichten
- Bezelik-Quarzit
- Tandir-Silt-Quarzit-Serie
- Kayabasi-Kalk
- Kuscu-Quarzit
- Tesbi-Siltserie

Geologische Karte

P. Janetzko: Untersuchungen an der Ostflanke des südl. Amanos-Gebirges.

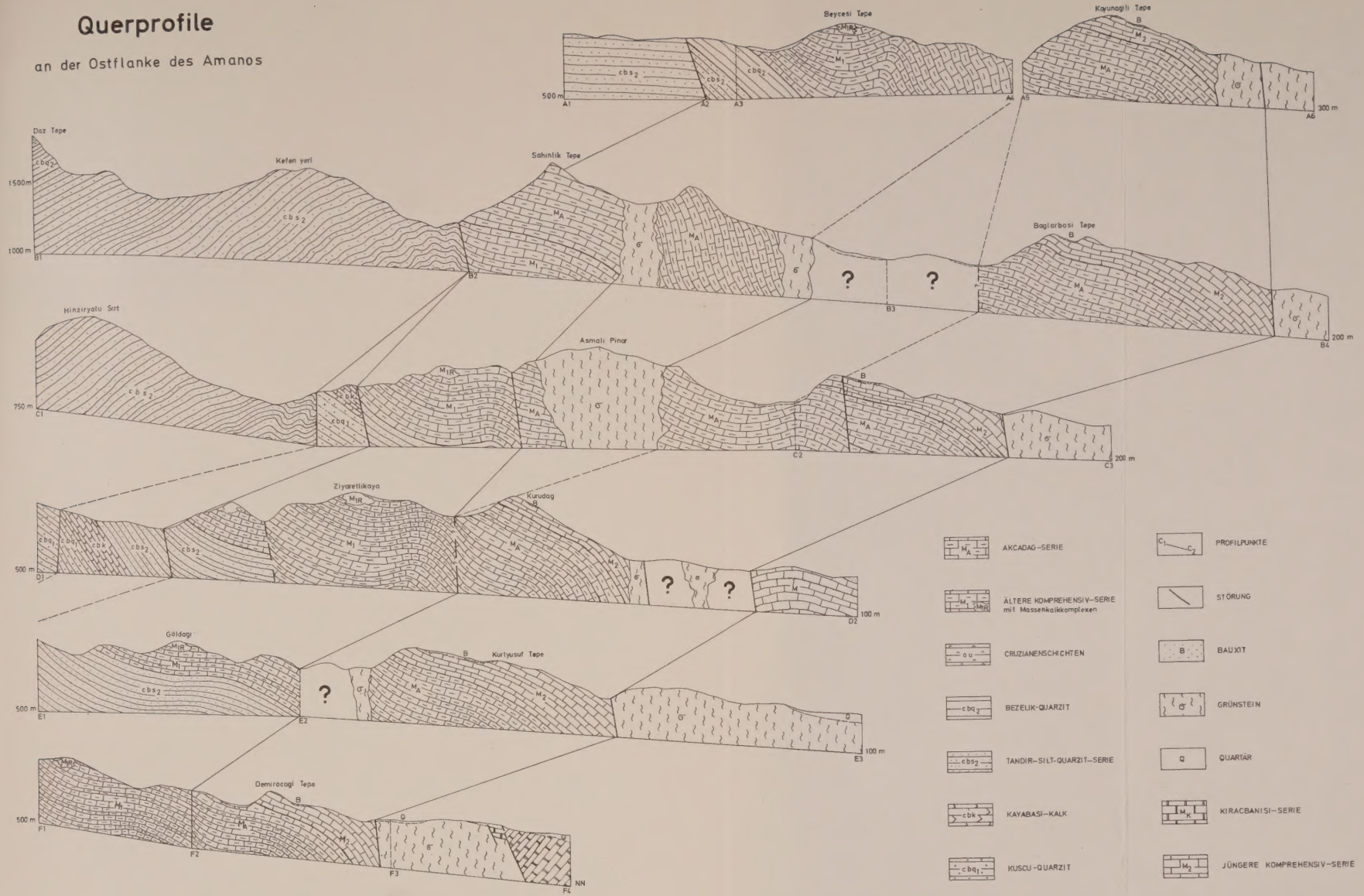
ANTAKYA 037 a1

Tektonische Karte

P. Janetzko: Untersuchungen an der Ostflanke des südl. Amanos-Gebirges.

Querprofile

an der Ostflanke des Amanos



P. Janetzko: Untersuchungen an der Ostflanke des südl. Amanos-Gebirges.

Schwan, W.: Maximales Streuen von B-Achsen bei flachliegenden Falten-Mittelebenen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1965**, 141—163, Stuttgart 1965.
Seilacher, A.: Kaledonischer Unterbau der Irakiden. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1963**, 10, 527—542, Stuttgart 1963.
Stchepinsky, V.: Rapport sur la géologie générale de la région de Maras-Seyhan-Gaziantep-Birecik-Besnie. — M. T. A. Derleme Rap. No. 1446, Ankara 1943.
Temple, P. G. & Perry, L. J.: Geology and oil occurrence in Southeast Turkey. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **46**, 9, 1596—1612, Tulsa 1962.
Türkiye Jeoloji Haritasi 1 : 500 000. — Hatay. — Ankara 1962.
Weber, H.: Ergebnisse erdölgeologischer Aufschlußarbeiten der DEA in Nordost-Syrien. — Erdöl u. Kohle, **16**, 669—682, Hamburg 1963.
Wijkersslooth, P. de: Eine montangeologische Reise nach Hatay. — M. T. A. Derleme Rap. No. 1085, Ankara 1942.
Wippern, J.: Die Bauxite des Taurus und ihre tektonische Stellung. — Bull. Min. Res. Inst. Turkey, **58**, 47—70, Ankara 1962.
Wolfart, R.: Geologie von Syrien und dem Libanon. — Beitr. z. reg. Geol. d. Erde, **6**, 1—326, Berlin 1967 (1967 a).